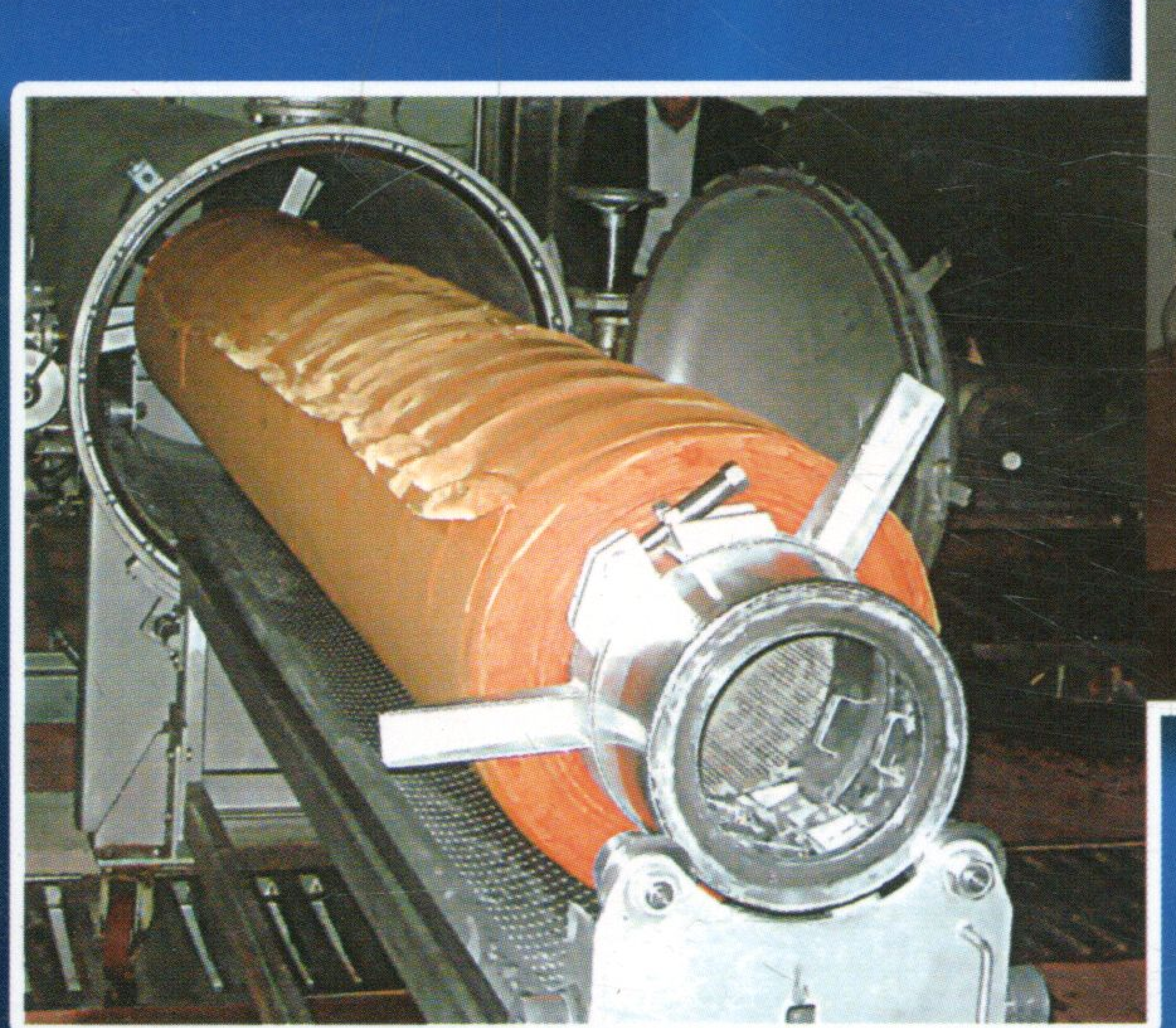
جامعة الدول العربية
مجلس الوحدة الاقتصادية العربية
الإتحاد العربي للصناعات النسيجية

الأسس الحديثة
للعمليات الصباغية



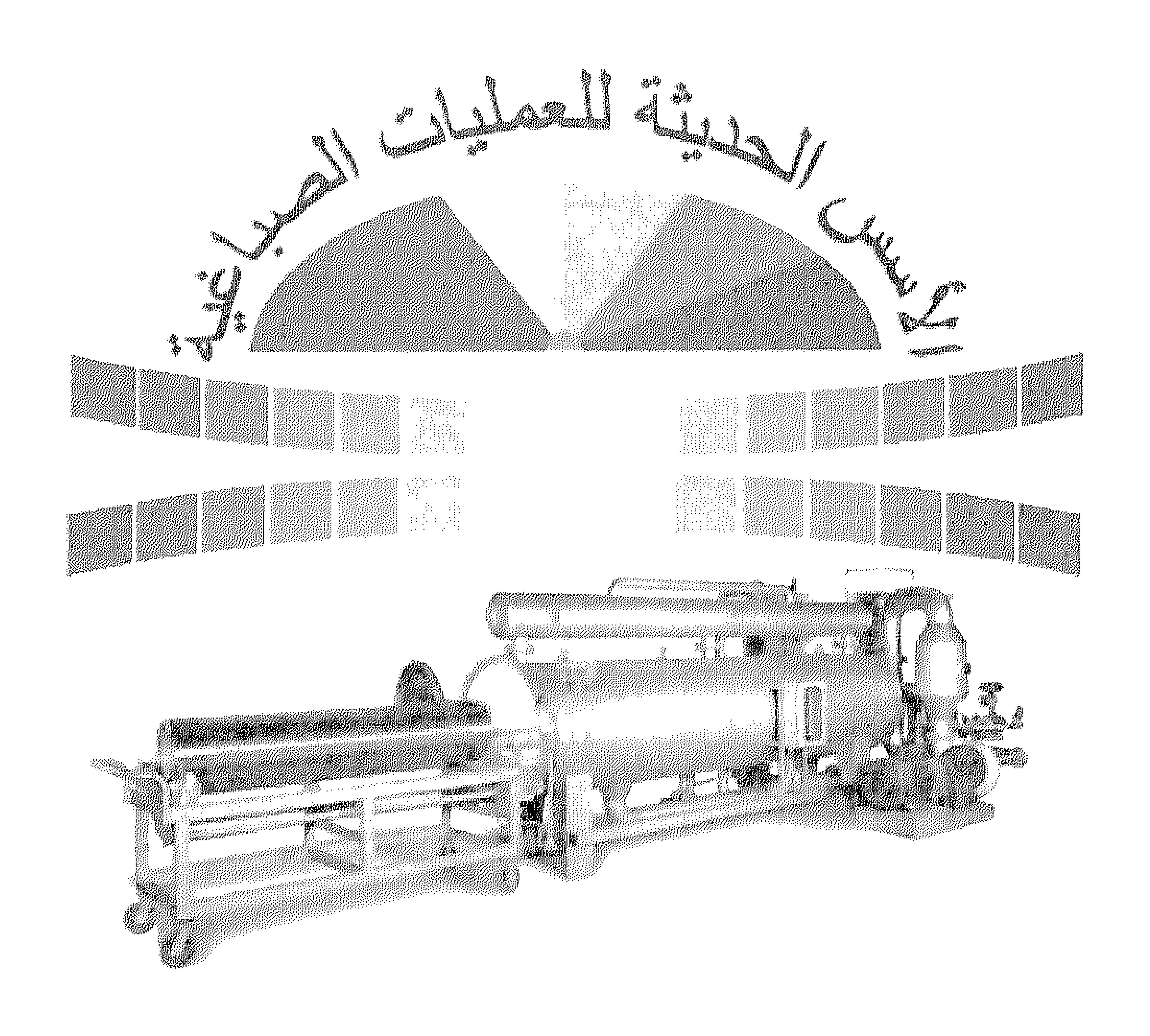


المستشار
الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

قدم له
الدكتور صالح عزيزي
الأمين العام للاتحاد العربي للصناعات النسيجية

الأسس الحديثة للعمليات الصباغية

جامعة الدول العربية – مجلس الوحدة الاقتصادية العربية
الاتحاد العربي للصناعات النسيجية



المستشار
الكيميائي بلال عبد الوهاب الرفاعي

تقديم
الدكتور صالح عزيزي
الأمين العام للاتحاد العربي للصناعات النسيجية

٢٠١١/٣/١


اقرأ
باسم ربك الذي خلق. خلق الإنسان من علق.
اقرأ وربك الأكرم. الذي علم بالقلم. علم الإنسان
ما لم يعلم

توطئـــة

الحمد لله حمداً يوافي نعمه ويكافئ مزيده، سبحانك ربنا لا أحصي ثناء عليك أنت كما أثنيت على نفسك، وأفضل الصلاة وأتم التسليم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد: تعد الصناعة النسيجية في بلدنا واحدة من أهم دعائم اقتصادنا الوطني لذا فإنها تشهد هذه الأيام نمواً مضطرداً وتنامياً ملحوظاً على مستوى تقنياتها وخطوط إنتاجها المتكاملة ، وهذا ما يستوجب بالطبع إعداد الخبرات البشرية التي يمكنها أن تقود وبنجاح مسيرة التطور للارتقاء أكثر وأكثر.

ولكن وبالشديد الأسف نجد نقصاً عظيماً في المكتبة العلمية العربية عموماً، والكتب العلمية الاختصاصية خصوصاً، وهذا ما دفعني للعمل على توسيع كتابي الأول كلبنة متواضعة في الصرح الحضاري الكبير الذي يتطلع جميعنا إليه، وبخاصة أن شرعنا الحنيف قد منع كتمان العلم واعتبر تداوله ونقله من جيل لآخر كنقل الراية من يد لأخرى وصولاً للشخصية والمجتمع الذي يكون فيه " **المؤمن القوي خير وأحب إلى الله من المؤمن الضعيف وفي كل خير**" بحديث رسول الله صلوات الله وسلامه عليه والذي أمرنا بعدم كنز العلم بحديثه الشريف الحسن " **من سئل عن علم فكتمه ألجم يوم القيامة بلجام من نار**".

والواقع أنني وبعد سنوات تزيد عن الخمسة والعشرين في حقل الصباغة قد التقيت الكثيرين ممن يحيطون علمهم وعملهم بالسرية التامة وكأنه لا باب للرزق إلا الباب الذي دخلوا منه، أو أنهم تذكروا الرزق ونسوا الرزاق، ولعل الكثير منهم يتعلل بالحديث الشريف " **استعينوا على قضاء حوائجكم بالكتمان** "، ذلك أنهم لم يفرقوا بين المقصود بالحاجة والتي هي جواب: ماذا نعمل؟ والعلم الذي هو جواب: كيف نعمل؟ ... ولا أريد الخوض في هذا الأمر أكثر من ذلك ، إلا أن أتمنى أن يرعى كل متعلم فينا ما استطاع من طلبة العلم لعلنا نسمو ببلدنا وأمتنا سمواً ليجعلنا أهل " **خير أمة أخرجت للناس** ".

وأخيراً لا يسعني إلا أن أذكر بمحكم تنزيله عز وجل " **وما أوتيتم من العِلمِ إلا قليلاً** " التي وإن دلتنا على شيء فإنما تدل على أن مقدار ما جمعته وستجمعه البشرية من العلوم والمعارف ليس إلا قبصةً صغيرةً من بحور العلم، فعلام يختال العارفون بعلمهم!؟

ولقد آثرت أن يكون كتابي هذا أكاديميا بعض الشيء بموازاته بالمناهج المقررة لطلبة الجامعات السورية حيث كانت دراستي الجامعية، وعملياً بالأخذ بالدراسات والكتالوكات الصادرة عن كبريات الشركات المنتجة للأصبغة أو المواد المساعدة .

والله من وراء القصد.

بلال عبد الوهاب الرفاعي

حلب في ٢٠١١/٣/١

تقديم

لما كان من أهداف إنشاء الاتحاد العربي للصناعات النسيجية تنمية وتطوير العلاقات الفنية والعلمية والقوى البشرية للنهوض بالصناعة النسيجية في الدول العربية فقد رأى الاتحاد ضرورة دعمه لكل إنتاج علمي يقدم لبنة جديدة في فنيات هذه الصناعة العريقة في بلادنا العربية التي تعتبر من الدول الأهم عالمياً على قائمة إنتاج الألياف الطبيعية من قطن وصوف.

ويتوافق منهاج هذا الكتاب الجديد مع كل ما يلزم ضمن إطار عمل المصابغ على الصعيد العملي ، لذا فقد أخذ عن الشركات الصانعة مباشرة ليدعمها بالأسس النظرية العلمية للإضاءة على المحتوى الفكري للأخذ بهذه الطريقة أو تلك ساعياً للدمج بين الشكلين الأكاديمي بحدود ما يلزم عملياً مع الشكل التطبيقي ليكون هذا الكتاب خير معين للراغبين بالعمل في مجال الصناعات النسيجية.

الدكتور صالح عزيزي

الأمين العام للاتحاد العربي للصناعات النسيجية

شكر وتقدير

لا يسعني ومع انتهاء عملي المتواضع هذا إلا أن أشكر الشركات التي وقفت إلى جانبي لإنجازه بما أتاحته لي من تجارب عملية ومعونات فنية كان لها كبير الأثر في مصداقية ما تم إنجازه، وهم السادة " بالترتيب الأبجدي ":

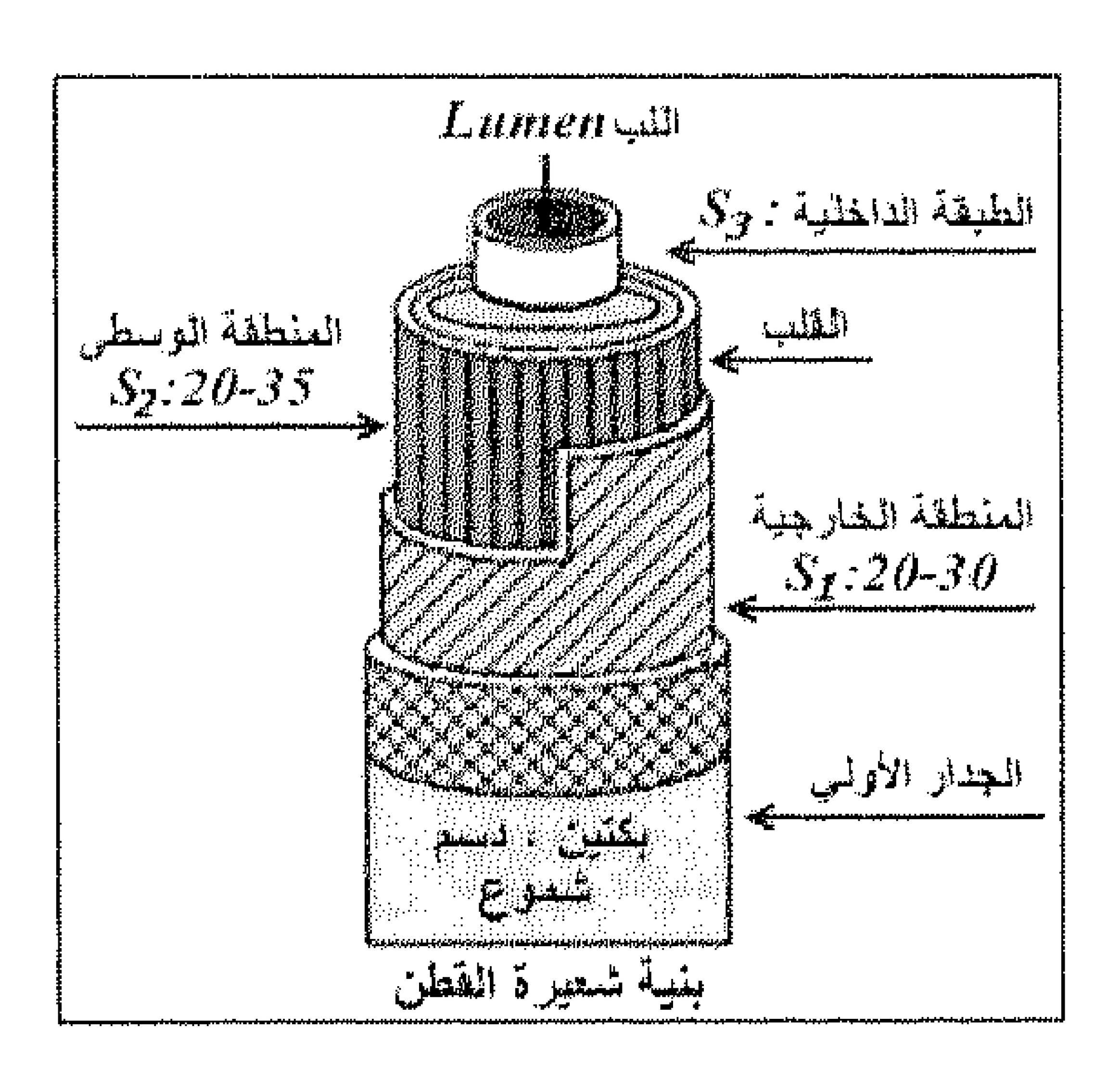
١. مصبغة ومطبعة الأرمنازي بحلب : السيد محسن أرمنازي وأولاده
٢. تكنوتكس " المصبغة الفنية " بدمشق: السادة زيات وشماع وحوراني وشركاه
٣. الشركة الحديثة لصباغة وتجهيز الأقمشة بدمشق: للسادة حسن وعبد الفتاح تقي الدين وشركاهما.
٤. شركة المهندس مصطفى دباس للكيماويات بحلب
٥. شيم ٣ بدمشق: السادة د. مازن البحرة وخالد كزبري
٦. مصبغة ومطبعة الحلاق بحلب : السادة أبناء المرحوم خليل الهاشمي الحلاق
٧. مصبغة دباس وسيد بحلب: للسادة فاضل دباس وزكي السيد وشركاهم
٨. مصبغة درمش بحلب: للسادة أبناء محمد ناظم درمش
٩. مصبغة زيتوني تكس بحلب لصباغة وتحضير الأقمشة.
١٠. مجموعة سمرلي أخوان بحلب : السادة محمد وعبد المنعم ويوسف سمرلي
١١. مطبعة ومصبغة سيرياتكس بحلب: للسادة قصاب وعريان ونجار وشركاهم
١٢. مصبغة الصفا بحلب: السادة فيصل وعبد العزيز عزيزة
١٣. عوف وشركاه بحلب بامتياز من شركة ستاش التركية Setaş Kimia
١٤. مجموعة غولدن كلر بحلب:السادة عزيزي وبكبوك وشيخ دبس وناصر
١٥. مصبغة القلعة بحلب: السادة شويحنة وديري
١٦. مجموعة كولورتكس بدمشق: السادة بحرة ودوماني ومفشي وطباع ورفاعي
١٧. مؤسسة ماستريد للأصبغة بحلب: المهندس محمد هاني مصاصاتي
١٨. مجموعة مجاهد تكس بدمشق: السادة محمد أنور المجاهد وأولاده
١٩. مصبغة النصر بحلب: المهندس نبيل عبد القادر وشركاه
٢٠. مجموعة هالتكس بدمشق: السادة صادق دعبول وشركاه
٢١. وهبي تكس بدمشق: السادة وهبة وهبي وأولاده

البحث الأول

الألياف القطنية

يُعد القطن واحداً من أهم مصادر الألياف التي شاع استخدامها من قديم الأزل، وما زال إلى الآن أحد أهم الألياف إلى جانب الألياف الصوفية والحريرية التي تتمتع بميزة المنشأ الطبيعي النادرة الأثر السلبي عند تماسها مع الجسم على العكس من الخيوط التركيبية ذات الأثر السلبي وبخاصةٍ فيما يخص التوازن الكهربائي والتحسس.

١- **بنيـة القطـن:** تتألف الشعيرات القطنية من شعيرات متطاولة وحيدة الخلية، وللشعيرات نهايات مفتوحة مستدقة وسفلية " حيث اتصالها بالبذرة "، ولا يتم فصل الشعيرات عن بذورها إلا عبر عمليات الحلج، وتتميز بنيتها كما في الشكل ١ بطبقات متحدة المركز وبتجويف مركزي يُعرَف باللب Lumen وطبقة خارجية هي القشرة التي تتألف أساساً من الشحوم والبكتين والشمع، ويتوضع تحت القشرة الجدار السيليلوزي الأولي والذي تتشابك أليافه بصورة متصالبة، ويليه الجدار الثانوي المؤلف من ثلاث طبقات سيليلوزية:



الشكل ١ : شعيرة القطن

١- طبقة داخلية: لا يمكننا تمييزها إلا عند الأقطان الشديدة النضوج وتجاور بطانة اللب وتتألف من أملاح معدنية وبروتينات مشتقة من جفاف عصارة الخلية على عكس الطبقتين الأولى والثانية المكونتين من السيليلوز.

٢ـ طبقة وسطى: رقيقة جداً ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل ٢٠ـ ٣٥°

٣ـ طبقة خارجية: ذات اتجاه حلزوني وبزاوية ميل دون ٢٠ـ ٣٠°

يوجد في الليف القطني الكامل النضوج حوالي ٨٠ـ ١٢٠ التفاف في السنتيمتر الواحد، ويزيد عددها في الأصناف الجيدة منها عن الأصناف الرديئة، ولا بد من احتواء القطن عموماً على بعض الخلايا غير المكتملة النمو ما يجعل من التوائها معدوماً أو قليلاً بحسب درجة النضوج، لذا فإن جدارها يكون رقيقاً ولبها منخسف ما يجعلها أليافاً ميتة في النهاية، ويعود عدم نضوج الخلايا أو موتها لأسبابٍ كثيرةٍ تتعلق بشروطِ الزراعة تربةً ومناخاً وموعدَ زراعةٍ وقطاف.

٢ـ مكونات القطن الخام: يحوي القطن الخام على مكونات طبيعية أخرى نرى أهمها في الجدول ١، أما عن تركيب الرماد فهناك إحصاءات عديدة قامت بها شركات مختلفة نستعرض منها الجدول ٢

الجدول ١

تركيب القطن الخام			
عن الألياف النسيجية والصباغة		BASF seminar: Damascus 7&8/12/1992	
سيليلوز	٨٥.٥%	سيليلوز	٨٨-٩٦%
زيوت وشموع غليسريدات سهلة ومتوسطة وصعبة وغير قابلة للتصبين	٠.٥%	بكتينات : حموض بولي غالاكتورميك وأملاحها مع الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد " Poly Galacturmic acids "	٠.٧-١.٢%
		شموع ، أغوال دسمة C_{24}- C_{30} استرات " كولسترول " فحوم هيدروجينية	٠.٤-١.٠%
بروتينات ، بكتوز مواد ملونة طبيعية	٥%	أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم	٠.٧-١.٦%
أملاح معدنية	١%	بروتينات : حموض أمينوكربوكسيلية	١.١-١.٩%
ماء	٨%	مركبات عضوية : أوليغوميرات ، حموض عضوية	٠.٥-١.٠%

الجدول ٢

محتوى القطن من الرماد					
الشارسبة	الشارجبة	%	الشارسبة	الشارجبة	%
الأكسيد	الحديد	٣	الكبريتات	البوتاسيوم	٩.٣
	الألمنيوم	٥		الكالسيوم	٠.٩
الكربونات	البوتاسيوم	٤٤.٨		المغنيزيوم	٨.٤
	الكالسيوم	١٠.٦	الكلور	البوتاسيوم	٩.٩

محتوى القطن الخام وبعد بعض المعالجات من بعض الشوارد المعدنية بحسب BASF			
التركيز بوحدات : " ملغ / كغ : p.p.m "	الكالسيوم	المغنيزيوم	الحديد
القطن الخام	٩٠٠	٥٩٠	٣٢
إزالة النشاء	٥١٠	٢١٠	٢٧
الغلي	٥٠٠	٢٧٠	٢٦
إزالة النشاء مع الغلي	٣٥٠	١٦٠	٢٢
إزالة النشاء مع المعالجة الحمضية	١٠٠	٤٠	١٠
إزالة النشاء مع التبييض	٣٠٠	٧٠	١٢
إزالة النشاء مع الغلي والتبييض	١٤٠	٦٠	١٠

ويبين الجدول ٣ محتوى بعض أنواع الأقطان من بعض الشوارد المعدنية.

الجدول ٣

تحليل لبعض الأقطان العالمية عن ICI Seminar: Aleppo 1992							
المصدر		السنة	ملغ معدن / كيلوغرام قطن مقدراً بـ : ج.م.م				
			Ca	Mg	Fe	Cu	Mn
البرازيل	بارانا كونشال	١٩٨٥	٢٧١١	١١١٩	٣١٣	٦	٣٠
		١٩٨٧	١٦٨٨	٧٣٦	٨٢	٣	١٢
	بارانا ليمي	١٩٨٥	١١٩٧	٩٢٢	١٣٢	٤	١٧
		١٩٨٧	١٦٧٧	٧٦٢	٢٠٥	١ >	١٣
كولومبيا		١٩٨٣	٥٤٠	٣٣٤	١٢	١ >	١ >
		١٩٨٨	١١٠٠	٨٠٨	٢٥٢	-	١٠
الاتحاد السوفياتي " روسية "		١٩٨٦	١٣٢٠	٥٦٧	١١٢	٣	٦
		١٩٨٩	١٨٨٨	١٠٥٥	١٨٧	٣	٣٦
السودان		١٩٨٨	٧٩١	٦١٧	٨٩	-	٩
		١٩٨٩	٩٤٧	٩١٢	٣٠٠	-	١٠

تحليل لخمس عينات قطن سوري من المصبغة الفنية بدمشق لـ CHT			
العينة	Ca	Mg	Fe
١	٧١٠	٦١٧	١٥
٢	٩٢٠	٥٤٠	٣١
٣	٦٠٠	٥٧٠	١١
٤	٧٠٠	٥٥٠	١٣
٥	٧٥٥	٤٦٥	١٩

٣- السيليلوز $(C_6H_{10}O_5)_n$: Cellulose: يُعد السيليلوز المكون الرئيس للقطن والذي تتمحور عليه كل العمليات الصباغية من قصرٍ وصباغةٍ وتجهيز، وله بنية بوليميرية مبسطة، إذ يبدو كمادة بيضاء وزنها النوعي ١.٥، يحترق بالهواء معطياً شعلةً بيضاء بدون دخان، غير ذواب بالماء أو

المذيبات العضوية بل بمحلول ماءات النحاس النشادرية وبعض المحاليل الملحية المركزة مثل كلوريد التوتياء وتيوسيانات الكالسيوم، كما أنه غير ذواب بالقلويات إنما بحمض الكبريت المركز والبارد أو حمض الكبريت ٦٠ % بدرجة حرارة ٦٠°م وحمض كلور الماء وحمض الآزوت الساخن.

٣-١- بنية السيليلوز: يتألف السيليلوز كما يبين الشكل ٢ من سلاسل طويلة لوحدات أساسية هي وحدات الغلوكوز التي ترتبط فيما بينها بجسور أكسجينية على ذرتي الكربون ٤،١.

وتوصل العلماء وبدراسات اعتمدت مبدأ التحليل بالمثقلات إلى أن طول السلسلة السيليلوزية يصل حتى ١٠.٠٠٠ وحدة غلوكوز أي ما يعادل وزناً جزيئياً قدره ١.٥٨٠.٠٠٠.

وحدة β - غلوكوز

بنية السلاسل السيليلوزية : لاحظ التناوب في توضع زمرتي الهيدروكسيل الثانويتين

الشكل ٢ : بنية السيليلوز

٣-٢- الفعالية الكيماوية للسيليلوز: كما هو واضح من الصيغة المفصلة لجزءٍ من سلسلة السيليلوز فإننا نلاحظ وجود مجموعة هيدروكسيل أولية فاعلة ومجموعتي هيدروكسيل ثانويتين أقل فاعلية ، ومع ذلك يصعب علينا تقدير نتائج التفاعلات سلفاً بسبب :

- الإعاقة الفراغية التي قد تحدث بين المجموعات المتفاعلة.
- التأثير الذي يحدثه دخول إحدى المجموعات على فاعلية المجموعات الأخرى.

ويكون للمجموعات الغولية في السيليلوز القدرة على التفاعل في الوسطين: الحمضي والقلوي القويين، إذ يعطي استراً أو ايتر في الوسط الحمضي، وايتر في الوسط القلوي، فعند تفاعل السيليلوز مع حمض أليفاتي بوسط حمضي نجد :

$$RCO\text{-}OH + H^+ \xrightarrow{-H_2O} RCO^+ \xrightarrow{+Cell\text{-}OH} R\text{-}\underset{H}{COO^+}\text{-}Cell \rightleftharpoons \boxed{R\text{-}COO\text{-}Cell} + H_2O$$

تفاعل السيليلوز في وسط حمضي مع حمض أليفاتي

ويلعب وجود الماء دوراً هاماً في مثل هذه التفاعلات لتسببه في انتفاخ الألياف السيليلوزية.

٣-٣- هيدرو السيليلوز: وينتج عن انقسام السلاسل السيليلوزية بتأثير الحموض الممددة مؤدياً لتراجع قدرة الألياف الميكانيكية على الشد وارتفاع القدرة الإرجاعية لناتج الحلمهة بسبب تحول السلاسل لأشكالٍ ألدهيدية عبر الانتقال التوتوميري:

الانتقال التوتوميري لوحدات الغلوكوز بتأثير الحموض الممددة

وترتبط قدرة الهدرلة بدرجتي الحموضة والحرارة ونوعية الحمض، إذ أنها تحدث بفعل الحموض المعدنية دوناً عن الحموض العضوية، لذا فإنه يُحَذَّرْ من إنهاء العمليات الصباغية للسيليلوز بحمض معدني ولو كان بنسبة ١ % لحمض الكبريت مثلاً تحاشياً لأثره السلبي عند الخزن الطويل والذي يؤدي لتراجع المتانة والمواصفات الأخرى.

٣-٤- أوكسي السيليلوز: تعطي عمليات أكسدة السيليلوز مجموعة مركبات يعرف مجموعها بأوكسي السيليلوز، فقد تعطي الأكسدة شكلين حمضيين وآخر ألدهيدي.

الشكل الحمضي ٢ — الشكل الحمضي ١ — الشكل الألدهيدي

الشكلان الألدهيدي والحمضي للأوكسي سيليلوز

٣-٥- تأثير العوامل المختلفة على السيليلوز: وأهمها تأثيرات الحرارة والماء والحموض والقلويات.

٣-٥-١- تأثير الحرارة: يمكننا تسخين السيليلوز بالحالة الجافة حتى ١٥٠°م دون حدوث أي تفكك، وباستمرار التسخين يبدأ بالتلون نحو اللون البني دون أي تلف له إلا بتطبيق شروط عملية التبييض.

ومع رفع درجة الحرارة لأكثر من ذلك وبوجود أكسجين الهواء يبدأ بالتلف نتيجة تشكل مركبات أوكسي السيليلوز وبخاصة بوجود آثار لشوارد معدنية كالنحاس.

٣-٥-٢- تأثير الماء: يؤدي نقع الألياف السيليلوزية بالماء لحدوث انتفاخ دون أي أثر كيماوي، وتحدث عملية الانتفاخ عادة في المناطق اللابلورية للألياف حيث تكون مجموعات الهيدروكسيل حرةً طليقة.

٣-٥-٣- تأثير الحموض: يؤدي غلي السيليلوز بالحموض المعدنية الممددة لتفاعلات حلمهة وصولاً لوحدات الغلوكوز في النهاية، في حين أن تأثير الحموض المعدنية المعتدل وبدرجات حرارة منخفضة يؤدي لتخرب عالٍ مع تشكل هيدرات السيليلوز.

ولتميز حمض الآزوت بخواص مؤكسدة فإن غمر القماش السيليلوزي فيه يؤدي لانكماشه وارتفاع قوة شده وألفته للأصبغة، كما يؤدي استمرار عملية الغمر لتشكل حمض الحماض HOOC-COOH وغاز أول أكسيد الآزوت NO، ويمكننا رفع سرعة هذا التفاعل برفع درجة الحرارة.

٣-٥-٤- تأثير القلويات: يقاوم السيليلوز القلويات المعتدلة مثل كربونات الصوديوم عند درجات الحرارة المنخفضة والعالية وبمعزل عن الهواء، ولكن وبوجود الأكسجين يبدأ تشكل أوكسي السيليلوز ليبدأ القطن بالتخرب.

أما القلويات القوية كماءات الصوديوم فيؤثر الممدد منها بنفس الطريقة، في حين أن تراكيز ٢% والتي لا تؤثر عند درجة حرارة الغليان بمعزل عن الهواء فإنها تؤدي لتشكل أوكسي السيليلوز عند وجود الأكسجين.

البحث الثاني

الألياف النباتية الساقية

يشيع في العالم استخدام بعض الألياف النباتية الأخرى غير القطنية والتي منها:

أولاً: الكتان

يُزرع الكتان على سواحل البحيرات والمناطق الحارة لاحتياجه كميات ماءٍ كبيرة وأرضٍ رمليةٍ رطبةٍ ، وهو نبات متعب للأرض ، ونرى في الجدول ٤ أهم خواصه :

الجدول ٤

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="4">أهم خواص نبات الكتان</td></tr>
<tr><td>طول النبات</td><td colspan="3">٦٠ سم ، ويهمل الأقل من ذلك</td></tr>
<tr><td>قطر المقطع</td><td colspan="3">٢.٥ سم ويحوي ٢٠-٤٩ حزمة ليفية متصلة
على شكل حلقات تؤمن مرونة النبات</td></tr>
<tr><td rowspan="4">طول الألياف</td><td rowspan="4">٣-٦ سم
موزعة على الشكل :</td><td>قاعدة الساق</td><td>١٣.٣ مم</td></tr>
<tr><td>القسم السفلي</td><td>٢٧.٣ مم</td></tr>
<tr><td>القسم الأوسط</td><td>٣٢.٦ مم</td></tr>
<tr><td>القسم العلوي</td><td>٣٨.٥ مم</td></tr>
<tr><td colspan="2">متوسط نعومة الليفة</td><td colspan="2">٢٠-٢٥ ميكرون</td></tr>
</table>

ويلعب تحديد زمن الحصاد دوراً هاماً في جودته تبعاً لأدوار النضج التي تقسم إلى:

١. النضج الأخضر
٢. النضج الأخضر المصفر
٣. النضج التام
٤. النضج الموتي

ويُعتبر دورا النضج الأخضر المصفر والتام أهم مواسم الحصاد لأن الانتظار حتى دور النضج الموتي يعني نضج البذور والأخذ بها كمصدر لزيت الكتان المستخدم في صناعة الطلاء الزيتي.

ويتم خزن وتحضير ألياف الكتان على الشكل:

أ- تخزين ساق الكتان بحضور بكتريا عضوية في الأحواض وعلى مرحلتين: تخزين قبل النضوج في المياه الراكدة فالجارية.

ب- تخزين ساق الكتان بكيماويات خاصة وعلى مراحل: تخزين بالمياه الفاترة أو الساخنة، بالمواد الكيماوية أو بالطرق الميكانيكية لاستخلاص الألياف.

ت- تنشيف الحزم الليفية.

ث- كسر السياق وتمشيط الألياف.

ثانياً: الكنفير

يُزرع الكنفير في مناطق عدة من العالم وخاصة في آسيا الوسطى حيث عُرف منذ عام ٤٥٠ ق.م، ثم منعت زراعته تجنباً لاستخلاص المواد المخدرة التي يحويها نوعه المسمى " Canabis indien "، ويستفاد من النبات باستخراج أليافه أو من بذوره الغنية بالزيت والتي يصل محتواها حتى ٣٠%، ويتم استخراج الألياف من النبات على مرحلتي :

أ- تخزين ساق النبات بوجود بكتريا عضوية " أنزيم ".

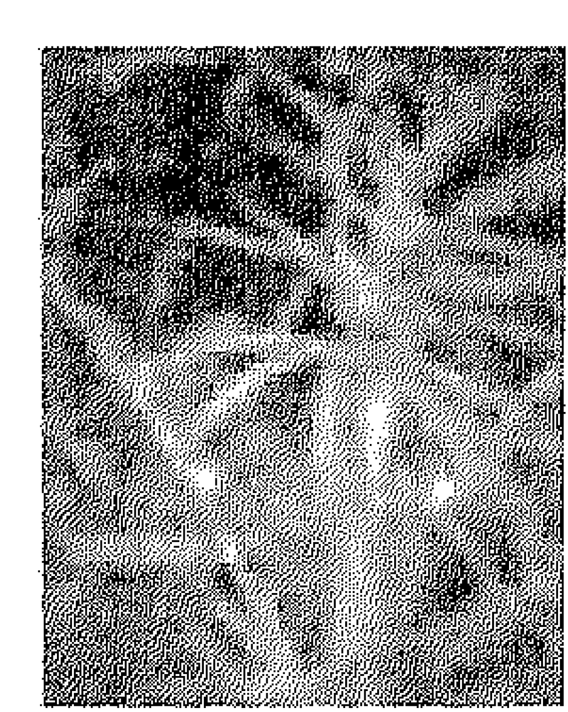
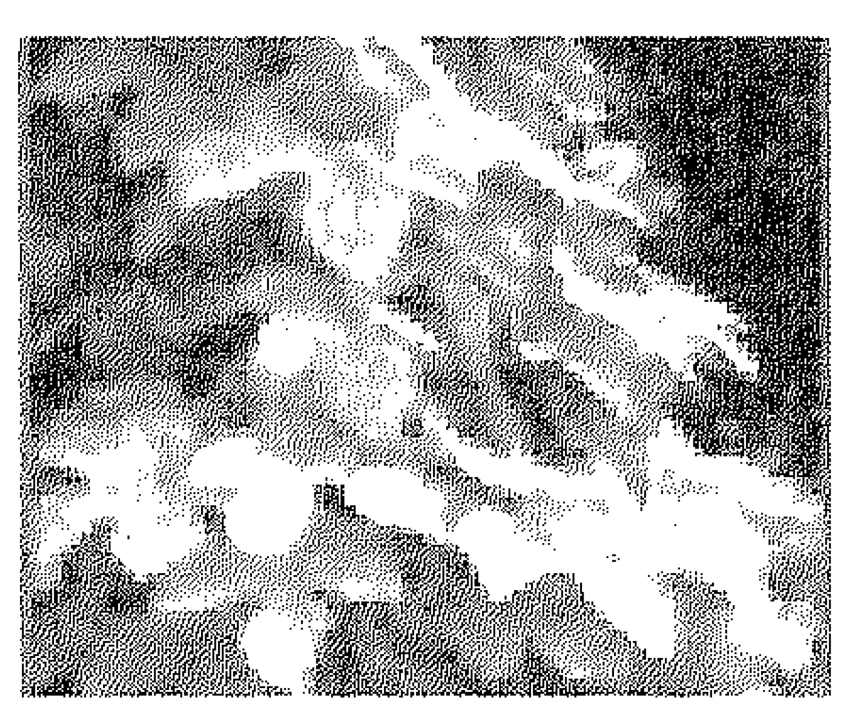
ب- استخراج الألياف بطرقٍ آلية.

ويبلغ طول الليفة ٢- ٢.٥ م ونعومتها ١٨- ٥٠ ميكرون، ويبين الجدول ٥ تركيبها :

الجدول ٥

تركيب ليفة نبات الكنفير						
المكون	سيليلوز	بكتين	زيوت	مواد معدنية	رماد	ماء
النسبة المئوية %	٧٧.٧٧	٩.٣١	٠.٥٦	٣.١٨	٠.٨٢	٥.٨٨

وأهم ما يُصنع من هذه الألياف الشوالات وما شابهها.


الكانابيس الهندي *Canabis indien*

ثالثاً: القنب

تُستخدم ألياف القنب في كل الصناعات النسيجية وخاصة المفروشات لمقاومته العالية ولمعانه الجيد، ولونه الأبيض ، إضافة لإمكانية مزجه مع بقية الألياف، ويتم استخلاص ألياف القنب عبر مراحل عدة أهمها:

أ- تمشيط القشور عن الساق بآلات خاصة.
ب- التنظيف من آثار المواد الصمغية العالقة.
ت- الخزن بوجود البكتريا العضوية.
ث- الخزن بوجود كيماويات خاصة.
ج- الغسيل والتمشيط.

٤- الجوت

يحتل الجوت المركز الثاني في صناعة الغزل والنسيج بعد القطن بين الألياف النباتية، وتتميز أليافه بلونها الأصفر الفاتح المائل إلى البني، وأكثر المناطق زراعة له: البلقان، فالهند وأندونيسيا، ونجد في الجدول ٦ أهم خواصه الفيزيائية:

الجدول ٦.

أهم خواص الجوت الفيزيائية					
طول التيلة	نعومة التيلة	الاستطالة	القساوة	الرطوبة العظمى	الرطوبة التجارية
٨٠-١٨٠ مم	٢٥-١٢٥ ميكرون	١ %	١.٥	٣٤ %	١٣.٧٥ %

رابعاً : الرامي

عرف هذا النبات قديماً وقد استدل على استعماله عام ٩٥٠ ق.م كأشرعة للسفن، وعرف في الصناعة عام ١٦٩٠ م حيث دخل ممزوجاً مع ألياف أخرى في صناعة المفروشات، وأهم الدول التي تزرعه : الصين، الهند، الجزائر، مصر، ليبيا، ايطاليا، روسيا.

وتتميز ألياف الرامي بلونها الأبيض ومقاومتها ولمعانها الجيدين، وتبلغ طول تيلته ١٥٠ مم، ونعومتها ٢٠٠٠ نانومتر، ووزنه النوعي ١.٥، وتتم عملية استخلاص أليافه على الشكل:

١. تمشيط القشور عن الساق بآلاتٍ خاصة.
٢. التنظيف من المواد الصمغية العالقة.
٣. الخزن بوجود بكتريا عضوية.
٤. الخزن بوجود كيماويات خاصة.
٥. الغسيل والتمشيط.

البحث الثالث

اختبارات الألياف السيليلوزية

١- **تعريف الليفة:** هي كل شعيرة تحمل خواص الليونة والطراوة والدقة والطول والاستطالة وقابلية اللف والانحناء.

٢- **طول التيلة:** لطول تيلة القطن أهمية بالغة، لأن الألياف ولنفس الجوزة قد تتباين عن بعضها البعض في طول ونعومة التيلة، فلكل طول تيلة استثمار أمثل، فالتيلة الطويلة تلائم الأقمشة الناعمة كونها تمكننا من الوصول لغزولٍ دقيقة، أما التيلة القصيرة الخشنة فلها مكانتها الهامة في مجالاتٍ أخرى.

٢-١- طرق تعيين طول التيلة: يمكننا تعينها من الجوزة مباشرةً أو من القطن المحلوج:

٢-١-١- من الجوزة: وتتم باسلوبين نجمع بينهما ونقسمها على أثنين:

أ- طريقة الفراشة: وتتم بفرز الشعيرات لطرفي بذرة القطن وقياس إحدى جهتيها.

ب- طريقة هالو: وتتم بتسريح الشعيرات على شكل نصف دائرة وقياس نصف القطر.

٢-٢-٢- من القطن المحلوج: ونجد أيضاً طريقتين:

أ- بالشعيرة: تفحص الشعيرات افرادياً ويحدد طولها يدوياً بدقة بوضع الشعيرة بين صفيحتي زجاج مع بعض الغليسرين ليؤخذ قياسها تحت المجهر.

ب- بالحزمة: وأهمها طريقة سورتر Sorter المخبرية، والتي تقوم على عدة صفوف من الأمشاط المتماثلة، ويوضع بينها العينة وتمشط لعدة مرات بنفس الطريقة ثم تؤخذ الشعيرات بواسطة ملاقط وتصف بشكل خط بياني على لوحة مخملية غامقة اللون فنحصل على خط بياني يبين طول التيلة.

٣- **تعيين مقاومة الألياف:** تزداد درجة مقاومة الألياف تبعاً لدرجة النضوج أصلاً، لأن النضوج يعني ازدياد طبقات السيليلوز في الليفة، وتعتمد أكثر

مراكز البحوث جهاز بريسلي لتحديدها، ويتم العمل على هذا الجهاز بأخذ عينة القطن وتمشيطها جيداً حتى تحقق أكبر قدرٍ من التوازي، وتوضع بين فكي آلة الشد ونحدد رقم الانقطاع ونقسمه على وزن الألياف فنحصل على رقمٍ مقدرٍ بوحدة بريسلي، ونحسب مقاومة القطع من العلاقة :

مقاومة بريسلي للقطع = { ١٠.٨١١٦ × الرقم الناتج × (المقروء ÷ الوزن) } – ٠.١٢

ويتم تصنيف مقاومة الألياف على أساس الجدول ٧:

الجدول ٧

تصنيف مقاومة الألياف بحسب علاقة بريسلي					
تقييم الألياف	قوية جداً	قوية	وسط	قريبة من الوسط	ضعيفة
النتيجة	> ٩١	٩١-٩٦	٧٥-٩٥	٧٠-٧٤	< ٧٠

وللحصول على المقاومة الفعلية للألياف نضرب هذه الأرقام بـ ١٠٠٠

٤- **تعيين نعومة الألياف ودقتها:** ويتم تحديدها بطرق رئيسةٍ ثلاث:

٤-١- طريقة الليفة الواحدة: وتتم بواسطة المجهر.

٤-٢- طريقة الحزمة بالهواء: وتتم بإمرار كمية هواء من خلال كمية قطن معينة.

٤-٣- طريقة الألياف بالوزن: وتتم بوزن ١٠٠ ليفة نتبعها بعينات أخرى بنفس الطريقة فنحصل على فكرةٍ عن مدى نعومتها من فرق الأوزان بحسب الجدول ٨:

الجدول ٨

نعومة الألياف بدلالة طريقة وزن ١٠٠ ليفة					
النعومة	جيدة ورقيقة جداً	رقيقة	وسط	غليظة	غليظة جداً
الوزن : ملغ	≥ ٣٠٠	٣٠٠-٣٩٠	٣٩٠-٤٩٠	٤٦٠-٦٠٠	≤ ٦٠٠

٥- **قياس الاستطالة:** يتم حساب الاستطالة عادةً من القانون:

$$R = (P \times N_{mf} \div 1000): k.m$$

R : الاستطالة ، P : مقاومة الليفة " ليبرة . غرام " ، N_{mf} : نمرة الليفة

ويبين الجدول ٩ الاستطالة المئوية لعددٍ من الألياف والذي يبين أن الحدود العظمى لاستطالة الألياف ٣٠%

الجدول ٩

الاستطالة المئوية لبعض الألياف							
النوع		صوف	حرير	قطن	نايلون	ڤيسكوز	كنفير
الاستطالة	ليبرة . غرام	٢٠-٣٠	٢٠	٤-١٠	١٥-٢٥	١٤-١٨	٢-٥
	كيلوغرام . غرام	٩-١٣.٥	٩.٠	١.٨-٤.٥	٦.٨-١١.٣	٦.٣-٨.١	٢.٣-٩.٠

٦- قياس المرونة: إن لقابلية استطالة ومرونة الألياف أهمية كبرى، إذ يتمزق النسيج لولاهما عند أي إجهادٍ متوسط " وخاصة عند الركبة والمفاصل "، ويتم قياس المرونة عادة بنفس مقاييس الاستطالة وتحصر النتيجة بين ٠- ٢ حسب طول العينة، ونجد في الجدول ١٠ مرونة بعض الألياف:

الجدول ١٠

مرونة بعض الألياف								
الألياف	نايلون	صوف	قطن	ڤيسكوز	حرير	ألمنيوم	نحاس قاسي	فولاذ
المرونة	٠.١٥-٠.٢٥	٠.٣٢	٠.٥	٠.٤-٠.٧	٠.٧٥-١.١٦	٩.٧-١٠	١٤.٧-١٧	١٨-٢٨

٧- تعيين درجة النضوج: يرافق درجة نضوج الألياف تحسناً في خواص القوة والاستطالة والمرونة، وتتعلق درجة النضوج بازدياد سماكة الطبقة الأولى كما يبين الشكل ٤:



الشكل ٣ : درجات نضوج الألياف القطنية

وتزداد كمية الليومن Lumen بازدياد الطبقة السيليلوزية، ولتحديد درجة نضوج الألياف نطبق إحدى الطرق الثلاث التالية:

أ- صباغة الألياف.

ب - إمرار الهواء.

ج- المعالجة الكيماوية: وهي الأكثر شيوعاً، ويتم تطبيقها بأخذ محلول ١٨% ماءات الصوديوم وعددٍ من الألياف النظيفة ونضعها تحت المجهر لمدةٍ لا تقل عن الدقيقة ونبدأ بمراقبة تغير كل ليفة على حدا، ونقيس السماكة الأخيرة ونستخلص النسب التالية في الجدول ١١:

الجدول ١١

نسبة الانتفاخ				
النسبة	نضوج الليفة تام	الليفة ناضجة	الليفة ناضجة قليلاً	الليفة ميتة تماماً
التقييم	≤ ٠.٥	٠.٢٥-٠.٥	٠.١٢٥-٠.٢٥	≥ ٠.١٢٥
سماكة الانتفاخ = سماكة الليفة النهائية ÷ سماكة الليفة الناضجة				

٨- قابلية الألياف للاحتفاظ بالحرارة: يمكننا تحديد هذه القابلية بطرق عدة أهمها طريقة ميزان الحرارة، إذ ترفع درجة حرارة الميزان حتى ٩٥°م ونغرزه بسرعة عالية داخل كتلة الألياف ونقيس درجة الهبوط خلال زمن معين، نكرر التجربة عدة مرات ونأخذ بالمتوسط، ونرى في الجدول ١٢ نتائج عدة ألياف مقارنةً مع الهواء:

الجدول ١٢

نتائج اختبارات الاحتفاظ بالحرارة لعددٍ من المواد				
المادة	الهواء	الحرير الطبيعي	الصوف	القطن
الزمن بالثانية	٦٧٦	١٢٨٤	١١١٨	١٠٤٦

٩- قابلية الألياف لامتصاص الرطوبة: لهذه الخاصة أهمية كبيرة جداً في تحقيق جودة الألياف، وقد دلت الدراسات بأجواء مختلفة معدلات الرطوبة على أن معدلات الامتصاص لبعض الألياف على الشكل المبين في الجدول ١٣ الذي حددت قيمه بدرجة حرارة ٢٠±٢°م:

الجدول ١٣

قابلية بعض الألياف لامتصاص الرطوبة				
معدل الرطوبة %	القطن	الصوف	الحرير الطبيعي	الخيوط التركيبية
١٠	٢.٤	٤.٠	٣.٣	٣.٩
٢٠	٣.٦	٧.١	٥.٤	٥.٧
٣٠	٤.٣	٩.٤	٦.٧	٧.٤
٤٠	٥.٠	١١.٠	٧.٨	٨.٨
٥٠	٥.٧	١٢.٢	٨.٨	١٠.١٤
٦٠	٦.٧	١٢.٦	٩.٩	١٢.٢
٧٠	٧.٩	١٦.٠	١١.٤	١٤.٣
٨٠	٩.٠	١٨.٦	١٤	١٧.١

البحث الرابع

الألياف الصوفية

١- تركيب الصوف الخام: يتألف الصوف الخام من الصوف النقي مع كمية عالية من الأوساخ مثل العرق والدهون والبقايا العشبية والغبار، ولا بد لنا من التخلص من كل هذه الشوائب قبل أي استثمارٍ له، ونبدأ بعمليات غسيلٍ على البارد والساخن مع المواد المنظفة وبعض العمليات الآلية وصولاً لصوفٍ نقي.

٢- التركيب الكيماوي للصوف: يتكون الصوف بصورة رئيسة من كيراتين بروتيني Keratin، ويتمتع الكيراتين بمقاومة عالية للكيماويات والمركبات الحيوية، ويتألف من حموض ألفا أمينية صيغتها العامة:

حموض α- أمينية	$\text{Ⓡ}-\overset{\alpha}{\underset{NH_2}{CH}}-COOH$

وتختلف R من حمض أميني لآخر ما يؤدي لتباينٍ في سلوكها ونشاطها، ونرى في الجدول ١٤ محتوى الصوف من بعض العناصر:

الجدول ١٤

محتوى الصوف من بعض العناصر					
العنصر	كربون	هيدروجين	آزوت	أكسجين	كبريت
النسبة المئوية %	٥٠-٥٥	٦.٥-٧.٣	١٥-١٧.٦	١٨-٢٨	٢.٣-٣.٠

ويمكن لحمضين أمينيين أن يتكاثفا عبر رابطة ببتيدية وبطرح جزيء ماء وفق التفاعل:

$$R-\underset{NH_2}{\overset{H}{C}}-CO\boxed{OH + H}HN-\underset{COOH}{\overset{H}{C}}-R \xrightarrow{-H_2O} R-\underset{NH_2}{\overset{H}{C}}-C\overset{O}{\lessgtr}\underset{H}{N}-\overset{H}{C}\lessgtr{}^{R}_{COOH}$$

وبتكرار هذا التكاثف نحصل على سلاسل ببتيدية قد تكون ملتوية أو مستقيمة، وترتبط هذه السلاسل فيما بينها بجزيء حمض أميني مشترك بين

السلسلتين أو بجسر هيدروجيني أو برابطةٍ شارديةٍ ملحية أو برابطة ثنائية الكبريت، ونرى في الجدول ١٥ الحموض الأمينية المتعددة للصوف.

٢-١- التفاعلات الكيماوية للصوف:

٢-١-١- التفاعل مع الحموض:

<u>أ- حمض كلور الماء المركز:</u> تبدأ عملية حلمهة حمضية ينتج عنها تحطم الألياف للحموض الأمينية المتعددة، ويبقى الحمض الأميني الجانبي ثابتاً باستثناء التربتوفان الذي يتفكك كلياً، وبذلك تتحطم الزمرة الأميدية الحمضية الموجودة بالسلسلة الببتيدية ما يؤدي لتغيراتٍ بالخواص الميكانيكية للألياف الصوفية كالمتانة وقوة الشد.

الجدول ١٥

الحموض الأمينية المتعددة في الصوف			
حمض التربتوفان	(حلقة بنزين) $C-CH_2-CH-COOH$ $C \quad NH_2$ NH	حمض البرولين	H_2C-CH_2 $H_2C \quad CH-COOH$ NH
حمض الألانين	α $H_3C-CH-COOH$ NH_2	حمض الاسبارتيك	$HOOC-CH-CH_2-COOH$ NH_2
حمض الميتونين	$CH_3-S-CH_2-CH_2-CH-COOH$ NH_2	حمض السيستين	NH_2 $HOOC-CH-CH_2-S$ $HOOC-CH-CH_2-S$ NH_2
حمض اللوسين	$\alpha \quad \beta \quad \gamma$ $CH_3, CH_3 > CH-CH_2-CH-COOH$ NH_2	حمض الغالين	$CH_3, CH_3 > CH-CH-COOH$ NH_2
حمض ايزو اللوسين	$CH_3-CH_2-CH-CH-COOH$ $H_3C \quad NH_2$	حمض السيرين	$HO-CH_2-CH-COOH$ NH_2
حمض فينيل الألانين	(حلقة بنزين) $-CH_2-CH-COOH$ NH_2	حمض التريونين	$HO-CH-CH-COOH \quad HO$ $HO \quad NH_2$
حمض الغلوماتيك	$HOOC-CH-CH_2-CH_2-COOH$ NH_2	حمض التيروزين	$HO-$(حلقة بنزين)$-CH_2-CH-COOH$ NH_2
حمض الأرجنين	$H_2N, HN > C-NH-CH_2-CH_2-CH_2-CH-COOH$ NH_2	حمض الهيستيدين	$N-C-CH_2-CH-COOH$ $HC \quad CH \quad NH_2$ NH
حمض الليزين	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH-COOH$ NH_2	حمض الغليسين	α H_2N-CH_2-COOH

ب- حمض الكبريت المركز: يتناقص عدد الحموض الأمينية لتفاعل بعضها مع حمض الكبريت المركز ٨٠ % كما هو حال الليزين الذي يتسلفن ليعطي حمض السلفونيك:

$$RNH_2 + H_2SO_4 \rightarrow RNHSO_3H + H_2O$$

وتتناقص ألفة الصوف تجاه الأصبغة الحمضية عند رفع تركيز حمض الكبريت بسبب انخفاض عدد الحموض الأمينية لتسلفن السيرين والتريونين:

$$RCH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow RCH_2OSO_3H + H_2O$$

وترتفع درجة حلمهة الصوف بوجود شارسبات عالية الألفة تجاه الألياف، إذ يترافق امتزازها مع امتزاز شوارد الهيدروجين ما يرفع من تركيزها في الألياف، لذا فإننا نعمد عند صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية لإضافة كهرليت قوي لحمام الصباغة كملح غلوبر الذي يلعب دور العامل المؤخر.

٢-١-٢- التفاعل مع القلويات: ينحل الصوف بغليه مع محلول ٥% كربونات الصوديوم، إذ يتخرب كلٍ من السيستين، الآرجنين، الهيستدين والسيرين، وعموماً فإن تفاعل الصوف مع القلويات يرتبط بدرجة الحرارة وتركيز المحلول، لذا فقد اعتمد على معالجة الصوف بمحلول١.٠ نظامي لمحلول ماءات الصوديوم بدرجة حرارة ٦٥ °م ولمدة ساعة واحدة كطريقة عيارية لتحديد درجة تضرر الصوف.

وتتسبب القلويات في تشكل روابط معترضة جديدة " لانتيونين " ما يؤدي لتناقص الانحلال القلوي للصوف، لذا لا يمكننا اعتماد الانحلال القلوي لتعيين درجة التضرر القلوي للصوف، بل اعتمد بدلاً عن ذلك معالجة الصوف بمحلول البولي استر ٥٠% مع محلول ٣ % كبريتيت الصوديوم الحامضي عند pH: 7 ولمدة ساعة.

٢-١-٣- تأثير الماء: تتحلمه الروابط ثنائية الكبريت بتأثير الماء المغلي مشكلةً السيستئين وحمض السلفنيك الذي يتفكك بدوره إلى الألدهيد بانطلاق كبريت الهيدروجين، وينقص السيستين بمقدار ٢٠ % بتأثير الماء المغلي لمدة ٢٤ ساعة، ويزداد التفكك بارتفاع درجة الحرارة عن ١٠٠ °م.

٢-١-٤- تأثير الحرارة: للحرارة الجافة ضرراً أقل منه بكثير مما للماء المغلي، إذ يحافظ الصوف على معظم خواصه بتعرضه لمدة ٢٤ ساعة بدرجة ١٢٠°م، ويبلغ الضرر ذروته عند درجات حرارة أعلى من ١٥٠°م.

٢-١-٥- تفاعلات الزمرة الأمينية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الأمينية المتفرعة عن الحموض الأمينية " الليزين – الأرجينين " زمراً أساسية في الصوف، يمكنها أن تتفاعل مع بلا ماء الحموض مثل بلا ماء حمض الخل لتشكل الأستيل ما يُنقص من ألفة الصوف للأصبغة.

أو أنها تتفكك محررة الآزوت بتأثير حمض الآزوتي ما يفيد في تعيين الآزوت الأميني وبالتالي عدد الحموض الأمينية في الصوف.

٢-١-٦- تفاعلات الزمرة الكربوكسيلية: تشكل نهايات السلاسل الببتيدية للحموض الأمينية والمجموعات الكربوكسيلية المتفرعة عن الحموض الأمينية مثل حمضي الاسبارتيك والغلوماتيك زمراً حمضية في الصوف، وتتحطم الزمر الأميدية بتأثير الحلمهة الحمضية أو القلوية مطلقة النشادر بما يمكننا من تعيين عدد الزمر الكربوكسيلية المعاقة، ويمكننا استرة هذه الوظائف الحمضية بعددٍ كبير من الكيماويات ما يرفع من ألفة الصوف للأصبغة الحمضية، لذا فإنه يمكننا القول بأن معظم التفاعلات تحصل مع الزمر الكربوكسيلية لارتباط الأصبغة مع زمر الصوف الأمينية، وتزداد ألفة الصوف نحو الأصبغة الحمضية بانخفاض تشرد الزمر الكربوكسيلية، وفي حين أن الروابط الاستيرية المتشكلة تمتلك ثباتاً جيداً لحدٍ ما تجاه الحلمهة الحمضية فإنها تعاني من ضعفٍ حتى مع القلويات الضعيفة لدرجة أنها قد تحدث بالماء العادي حيث يكون pH: 7.5-8.

٢-١-٧- الإرجاع: يتم تفاعل الإرجاع بعامل مُرجع مثل حمض التيوغليكول مؤدياً لتحطم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين:

$$>CH\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH< + 2\ HS\text{-}CH_2COOH \leftrightarrow 2\ >CH\text{-}CH_2SH + 2\ (\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}COOH)$$

والذي يتوازن عند تفكك ٦٠ % من الرابطة الكبريتية للسيستين في وسط

حمضي أو معتدل مؤدياً لتراجعٍ في متانة الألياف، ويمكننا بإضافة الماء الأكسجيني إزاحة التفاعل من جديد واستعادة المتانة الأصلية، ولمثل هذا التفاعل تطبيقاته التجارية باسم عملية سيروسيت لتكسير الأقمشة الصوفية، أو لتزيين شعر السيدات الذي يقوم على إرجاع الشعر بحمض التيوغليكول.

٢-١-٨- الأكسدة: يُستخدم الماء الأكسجيني كثيراً لتبييض الصوف وبوسط قلوي ليهاجم الرابطة ثنائية الكبريت في السيستين والروابط الببتيدية للكيراتين، ويتسارع تفاعله هذا بارتفاع درجة قلوية الوسط.

ويتفاعل الصوف مع فوق الحموض العضوية كفوق حمض الخل واللاعضوية كفوق حمض الكبريت H_2SO_5 معطياً السولوفينيل الموافق، وتنبع أهمية عملية الأكسدة من كونها تُستخدم كعملية لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش، ويتميز فوق حمض الكبريت عن فوق حمض الخل بإمكانية تفاعله مع التيروزين، كما تُستخدم فوق المنغنات أيضاً لمعالجة الصوف ضد التلبد والانكماش بمردودٍ لا يتجاوز ٣٠% سيستين كحدٍ أعلى.

٢-١-٩- تشكيل الروابط المعترضة الجديدة: يؤدي احتواء الألياف الصوفية على روابط معترضة ترتبط من خلالها السلاسل الببتيدية الرئيسة لتراجع انحلال الصوف بالمُحِلات العضوية، وعلى العكس فإن تحطم هذه الروابط يؤدي لتراجع متانة الصوف على البلل تبعاً لعدد الروابط المحطمة، لذا فقد بدأ البحث عن مركبات يمكنها تشكيل روابط بديلة كالفورم ألدهيد الذي يتفاعل مع المجموعات الأمينية أو المجموعات الأميدية:

$$RNH_2 + H\text{-}CHO \rightarrow R\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}OH$$
$$R\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}OH + H_2N\text{-}CO\text{-}R \rightarrow R\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CO\text{-}R + H_2O$$

ويتم تطبيق هذا التفاعل باستخدام الفورم ألدهيد بتركيز ٤٠ % وبدرجة حرارة ٧٠°م بوسط حمضي ضعيف إلى معتدل pH: 5-7 ، حيث يتفاعل الفورم ألدهيد مع المجموعة الحمضية لحمض الغلوماتيك وبقايا الغوانيدين للأرجينين، وتقاوم هذه الروابط القلويات وتتحطم بفعل الحموض، لذا

يتناقص الانحلال القلوي للصوف المعالج بالفورم ألدهيد من ١٣% حتى ٦-٩%.

ويتفاعل البنزوكينون مع المجموعات الأمينية أو مع مجموعات -HS وفق التفاعل:

$$2RS\text{-}H + 2\ (\text{O=C}_6\text{H}_4\text{=O}) \xrightarrow{pH:4\text{-}6} RS\text{-}C_6H_2O_2\text{-}SR + HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH$$

ويجري التفاعل عند درجة حموضة pH: 4-6 ، ويكون الصوف المعالج بالكينون أكثر مقاومة للعوامل الكيماوية وأقل قابلية للتلبد، وتزداد متانة الألياف بهذه المعالجة أكثر بكثير من الاعتماد على الكواشف أو الكيماويات الأخرى.

٣- **تصنيف الأصواف:** تختلف الأصواف عن بعضها البعض بمظهرها من حيث نعومة وطول الشعيرة وعدد تجعداتها، لذا فإن ثمّةَ استمارة تجارية متداولة تتضمن كافة المواصفات التي يمكن للصوف أن يتمتع بها كما في الجدول ١٦.

الجدول ١٦

استمارة صوف تجارية			
جنس المادة	صوف	مقاومة الشعيرات	ضعيف : ١٢-١٨ كغ / سم
التركيب الكيماوي	بروتين	المرونة	جيد جداً، جيد لدرجة ٤٠ %
الوزن النوعي	١.٣١٥	قابلية احتفاظ الحرارة	جيد جداً، جيد لدرجة ٥٠ %
رسم المقطعين الطولي والعرضي	كما يبين الشكل المرفق	الأوصاف الأخرى	طري الملمس، دافيء، معتدل اللمعة، قابل للتلبد، درجة حرارته الخطرة: ١١٠م°
الأساس العرقي للغنمة الأم	مارينوس ، كروسبرد	معاينة الاشتعال	لهب متفرقع، رائحة قوية، بقايا رمادية
مكان التربية	استراليا، روسية	مقاومة الحموض	مقاوم
النعومة	١٦-٢٤ ميكرون	مقاومة القلويات	غير مقاوم " ذواب بها "
طول التيلة	١٠٠-١٢٠-١٥٠-٢٠٠ مم	قابلية احتفاظ الرطوبة	جيد جداً، جيد لدرجة ٥٠ %
التجعدات	عالي ، طبيعي ، قليل	هل استعمل وأين ؟	ألبسة خارجية ، ألبسة منزلية

٤- تصنيف الصوف على ظهر الخروف: تتوزع نعومة وجودة الألياف على جسم الخروف كما هو وارد في الجدول ١٧، ومهما يكن من أمر فإنه يتم عزل الأصواف ١، ٢، ٩، ١٢، ١٣عن بقية الأصواف مباشرةً.

الجدول ١٧

تصنيف الصوف على ظهر الخروف		
التصنيف	المنطقة	الخواص
١ ، ٢	الرأس	/
٣	الرقبة	/
٤ ، ٥	الصدر والأكتاف	أهم الأصواف وأجودها وأنظفها
٦ ، ٧ ، ٨	الظهر	جيد وتصيبه أمراض
٩	البطن	غير جيد لنوم الخروف على الأعشاب والأوساخ ما يؤثر سلباً على الجودة
١٠ ، ١١	القسم الخلفي	شعيراته غليظة نسبياً وقد تكون متلبدة ومصفرة ومخلوطة بالنباتات والأوساخ
١٢	اللية	وسخ جداً وشعيراته غليظة
١٣	الذنب	شعيراته قصيرة ووسخة ومتلبدة

البحث الخامس

الألياف الشبيهة بالصوف

أولاً: الموهير

استخدم الموهير منذ أمدٍ بعيد في آسيا الصغرى وافريقية وأوربة وأمريكا الجنوبية حيث تنتشر قطعان الماعز، ويُستخدم بخلطه مع الصوف أو الخيوط الصنعية في الغزل والنسيج، كما يُستخدم في صناعة السجاد لتميزه بلمعانٍ عالٍ وعكسٍ للضوء، وصناعة الشوادر والأقشطة الخاصة بالجهد العالي، ونجد في الجدول ١٨ أبرز صفاته.

ثانياً: الكشمير

يُستحصل على هذا النوع من الألياف من ماعزٍ يعيش في أعالي جبال الكشمير والمناطق الجبلية الآسيوية، لذا يتم جمعه في فصل الصيف بتساقطه وهو قصير التيلة، ويتم فرزه يدوياً أو آلياً بحسب طول التيلة، ويتراوح وزن شعر الماعز الواحد بين ١٠٠- ٤٥٠ غرام بحسب منطقة العيش ودرجة العناية به لذا فإن قلته تجعله غالٍ جداً، ونرى في الجدول ١٨ أهم الفوارق بين الموهير والكشمير:

الجدول ١٨

الخواص الرئيسة للموهير والكشمير

الخاصة	الموهير	الكشمير
النعومة	٢٥_٥٠ ميكرون طول أليافه ١٢٠_١٥٠ ميكرون	٦٥_٨٠ ميكرون
اللون	أبيض ، أصفر ، ترابي ، وبعضه أسود	أبيض ، ترابي ، أسود
ملاحظات	قليل الاتساخ ، عالي معدلات النمو بحيث يُصار لقصه حتى الثلاث مرات عن ظهر ماعز المناطق الدافئة	يذوب بالقلويات بسرعة أكثر من الصوف لحساسيته العالية تجاه القلويات
اللمعان	جيد جداً	
الخواص الكيماوية	مطابق للصوف	
التجعد	قليل جداً	

لذا ولنعومته الفائقة نجد زيادة في كهربائيته الساكنة ما ينعكس سلباً على صعوبة صناعته وتصنيعه أكثر من الصوف والموهير سواءً أكان منفرداً أم ممزوجاً معهما، وتدفع كهربائيته العالية وارتفاع سعره لحصر استخدامه بالمنتجات الفاخرة من الملبوسات الخارجية.

ثالثاً: وبر الجمال وما شابهها

يلعب وبر جِمال شرق آسيا دوراً كبيراً في مجال صناعة الألياف، وبخاصة أنها تتمايز عن بعضها البعض بحسب مناطق تربية الجمال نفسها، فجمال أول آسيا تعطي وبراً قصيراً خشناً، والهندية وبراً أسود، أما الصينية فوبرها ناعم وطري الملمس.

ويعطي الجمل سنوياً ما بين ٢.٥- ٤ كغ، إذ يتم قصها مرتين وتعزل إلى قسمين:

- قسم علوي ناعم: قطره ١٦- ٢٥ ميكرون، طوله ٢.٥- ١٣ سم.
- قسم سفلي خشن: قطره ٦٠- ٨٠ ميكرون، طوله ٣٠- ٤٠ سم.

وتظهر علامات الحاجة إلى قص هذه الأشعار في أول الصيف إذ تتجمع وكأنها في حالة تساقط، وترتفع نسبة الاستفادة من هذه الأشعار في المناطق الأكثر نظافة ونباتات.

تُستخدم أشعار الجمال عموماً في صناعة الغزل والنسيج للألبسة الخارجية والسجاد، والملون منها لبعض المنتجات الفاخرة كالشالات...، ومن أهم مشاكل تصنيعه آلية فرز الأشعار حسب طولها، وغالباً ما يتم مزجها مع الألياف الصوفية القصيرة والخيوط التركيبية.

البحث السادس

ألياف الحرير الطبيعي

١ـ مقدمة: تفرز دودة القز من ثقبين في رأسها ليفين حريريين ملتصقين بمادة غرائية تعرف باسم السيرسين وتتشكل منهما الشرنقة التي يصل طولها إلى ٣٠٠٠-٤٠٠٠ متر، وبحيث يكون طول الليف الصالح للاستخدام من ٦٠٠-١٢٠٠ متر، ويبلغ طول الليف المزدوج ١٨-٢٤ نانومتر، والليف البسيط بعد إزالة السيرسين عنه من ٩-١١ نانومتر.

٢ـ البنية الكيماوية للحرير الطبيعي: يتركب الليف الحريري من الفيبروين الذي يعطي بالحلمهة خمسة عشر حمضاً أمينياً حسب الجدول ١٩:

الجدول ١٩

البنية الكيماوية للحرير الطبيعي					
الحمض الأميني	$R-\overset{\alpha}{C}H(NH_2)-COOH$				
الجذر R في α- الحمض الأميني					
الحمض الأميني		الحمض الأميني		الحمض الأميني	
الغليسين	$H-$	الألانين	CH_3-	الغلوماتيك	$HOOC-CH_2-CH_2-$
السيرين	CH_3-OH-	الغالين	$(CH_3)_2CH-$	الآرجينين	$(H_2N)(HN{=})C-NH(CH_2)_3-$
فينيل الألانين	$(C_6H_5)-CH_2-$	الليزين	$H_2N-(CH_2)_3-$	الإيزولوسين	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-$
اللوسين	$(CH_3)_2CH-CH_2-$	الاسبارتيك	$HOOC-CH_2-$		
الهيستدين	$N{-}C{-}CH_2-$ / HC CH / N / H (حلقة)	التيرونين	$CH_3-CH(OH)-$	البيرولين	H_2C-CH_2 / H_2C $CH-COOH$ / N / H (حلقة)

ونلاحظ من هذا الجدول اختلاف الحرير عن الصوف بعدم احتوائه على السيستين وبالتالي عدم احتوائه روابط ثنائية الكبريت، ومن الجدير ذكره هنا أن النسبة الأكبر للحموض هي الحموض الأمينية البسيطة: الغليسين، الآلانين والسيرين.

٣ـ التفاعلات الكيماوية للحرير الطبيعي:

٣-١- مع الحموض والأسس: تؤدي معالجة الحرير الطبيعي بالحموض أو الأسس لحلمهة الروابط الببتيدية، وتتعلق درجة الحلمهة بدرجة حموضة الوسط، وتكون بأقل معدلاتها عند pH: 4-8، وقد تؤثر الحموض أكثر بكثير من الأسس، إذ ينحل الفيبروين بحمض كلور الماء المركز، ويتفكك بحمض الكبريت المركز أو بحمض الآزوت، وينحل الحرير المنزوع السيرسين بحمض الكبريت ٨٠ %. أما الحموض العضوية فينحل في المركز منها ويتأثر بشكلٍ ضعيف في الممدد، وكذلك الحال بالنسبة للأسس.

ويؤدي تعرض الفيبروين لبخار الماء عند الدرجة ١٠٠ °م لتفككه وحلمهته.

٣-٢- الأكسدة: تهاجم المؤكسدات الفيبروين في مواضع ثلاث: طرف السلسلة الجانبي، نهاية الزمر والروابط الببتيدية، فالفيبروين شديد الحساسية تجاه المؤكسدات، إذ يتضرر بالماء الأكسجيني وفوق المنغنات وفوق حمض الخل بتراكيزه العالية، ويصفر بتعرضه الطويل لأكسجين الهواء وضوء الشمس.

ويؤثر الكلور على الحرير أكثر من تحت الكلوريت ويتم معظم التفاعل مع التيروزين، بينما يؤكسد البروم واليود الفيبروين ما يؤدي لتفككه.

٣-٣- تفاعلات متفرقة: يمكن لبلا ماء حمض الخل أستلة زمر الهيدروكسيل والكربوكسيل، وتحل بعض أملاح المعادن القلوية والقلوية الترابية الفيبروين، ومنها مثلاً سلفوسيانيد الصوديوم أو الكالسيوم، كلور التوتياء، كلور الكالسيوم... وللحرير الطبيعي شراهية عالية لامتصاص أملاح المعادن الثقيلة، فهو يتشرب من محلول القصدير الرباعي ما يقارب ١٠٠ % من وزنه ثنائي أكسيد القصدير، وتستخدم هذه الخاصة لتثقيل ألياف الحرير الطبيعي.

٣-٤- تشكيل الروابط المعترضة: يمكننا رفع مقاومة الحرير الطبيعي تجاه حمض كلور الماء بمفاعلة الفيبروين مع ١- فلور-٢،٤- ثنائي نترو البنزن (FDNB) ومع ١،٣- ثنائي فلور- ٤،٦- ثنائي نترو البنزن حيث يتم معظم التفاعل مع الزمرة الهيدروكسيلية للتيروزين، ومع الزمرة الأمينية لليزين.

الباب الثاني

الألياف السيليلوزية المجددة والخيوط التركيبية

البحث الأول :

الخيوط الصنعية

- الفيسكوز.
- حرير النحاس النشادري.
- حرير أسيتات السيليلوز.
- الألجينات.

البحث الثاني :

عموميات حول الخيوط التركيبية.

البحث الثالث :

الخيوط التركيبية

- البولي استر.
- البولي أميد.
- بولي الأكريلونتريل.
- بولي ڤينيل كلورايد.
- بولي الإيتيلين.
- بولي البروبيلين.
- بولي ڤينيل الغول.
- بولي الأوريتان.

البحث الرابع :

تنمير الألياف

البحث الخامس :

تحليل الخيوط والألياف.

البحث الأول

الخيوط الصنعية

أولاً : خيوط الفيسكوز

١- **مقدمة:** يتم اصطناع خيوط الفيسكوز حرير الرايون " Rayon " من زغب وفضلات السيليلوز كمادةٍ خام أساسية يمكننا استرتها باكسانتات الصوديوم لنحصل على اكسانتات السيليلوز التي يمكننا حلها بوسط قلوي بهدف ضغطها عبر ثقوب مغزل لتتخثر في حوض غزلٍ حمضي، ونظراً لكثرة وتعقيد هذه المراحل فإننا سنلقي بنظرة سريعة على المراحل الأساسية فقط.

٢- مراحل اصطناع خيوط الفيسكوز:

٢-١- نقع السيليلوز: يُنقع السيليلوز بعشرة أضعاف وزنه بمحلول ١٧-١٨% ماءات الصوديوم عند الدرجة ١٧-٢٠°م لنحصل على السيليلوز القلوي الذي يعصر لطرح الفائض من محلول الماءات، وتختلف شروط هذه العملية باختلاف المصدر السيليلوزي فيما بين القطن أو خشب الصنوبر مثلاً أم الزان أو التبن والشجيرات.

٢-٢- تمهيد نضج السيليلوز القلوي: تتعلق درجة لزوجة محلول السيليلوز القلوي بدرجة بلمرة السيليلوز، إذ يعطي السيليلوز القلوي بعد تحويله لاكسانتات " أو سنتوجينات " السيليلوز محلولاً عالي اللزوجة، لذا يترك السيليلوز القلوي معرضاً لأكسجين الهواء مدة ٤٨ ساعة تقريباً وبدرجة حرارة ٢٥-٣٠ °م لتمهيد النضج وخفض درجة البلمرة، وتتم هذه العملية أو المرحلة بالاستعانة بمقياس اللزوجة.

٢-٣- تكوين اكسانتات السيليلوز: يتفاعل السيليلوز مع ثاني كبريت الكربون وبوجود ماءات الصوديوم وفق التفاعل:

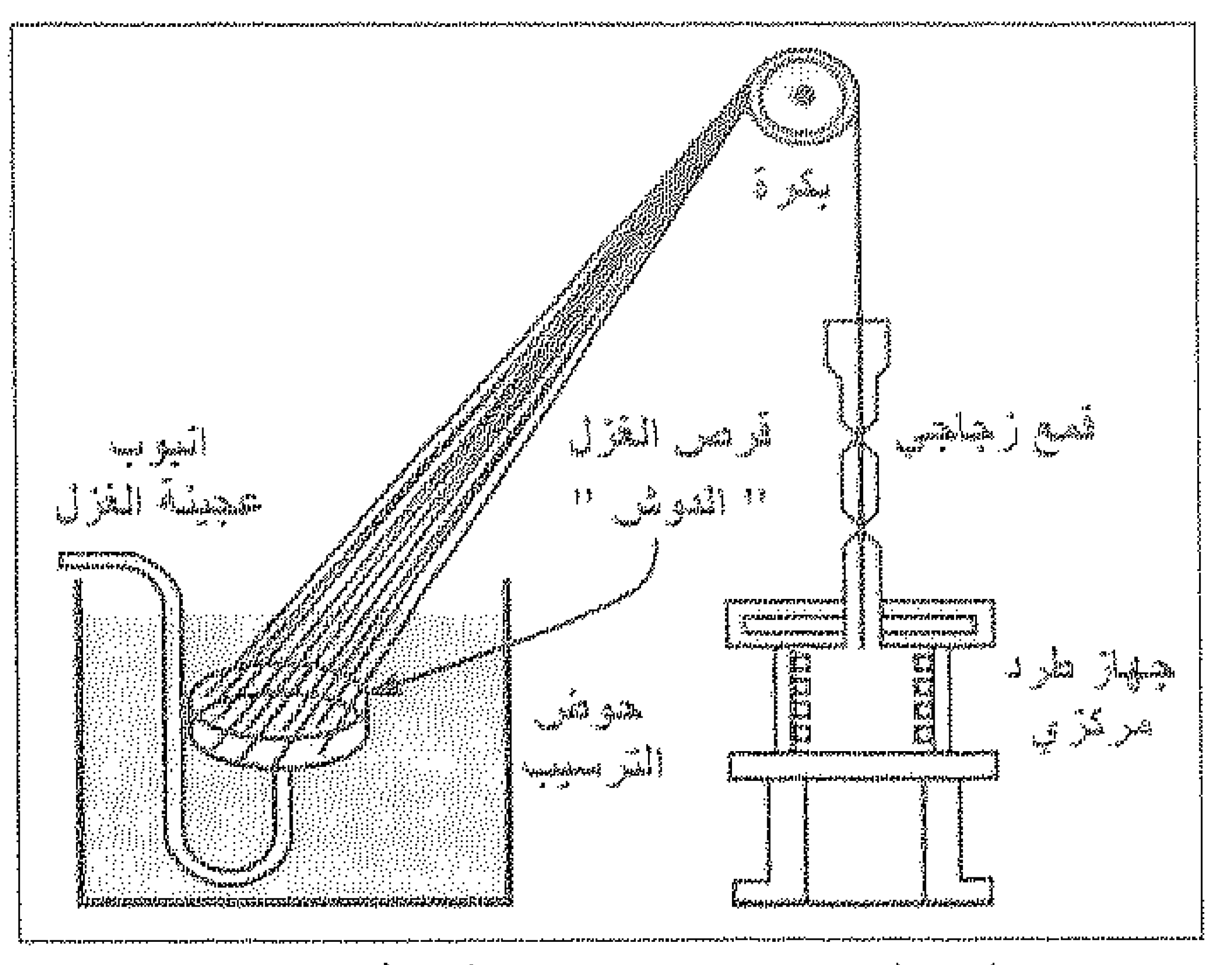
$$\text{Cell-OH} + \text{NaOH} + CS_2 \longrightarrow \text{C}(=\text{S})(\text{O-Cell})(\text{S-Na}) + H_2O$$

ويتم هذا التفاعل في المناطق البلورية للسيليلوز وبصورةٍ بطيئة، ومع ذلك تتحكم قوانين لوشاتوليه بجهة وسرعة وتوازن هذا التفاعل، ومن الضروري أن ننوه هنا لوجوب تقديم السيليلوز مطحوناً بشكلٍ ناعم لزيادة السطح النوعي وبالتالي رفع المردود، كما يمكننا رفع المردود بإضافة أساس عضوي بدلاً عن ماءات الصوديوم كونه يلعب دور المذيب كرباعي ايتيل هيدروكسيد الأمونيوم لإذابته السيليلوز البلوري بصورة جزئية، ويتم التفاعل عملياً عند الدرجة ٢٠-٢٥ °م ولمدة ١٠٠ دقيقة وبتركيزٍ لماءات الصوديوم ٤ % بوجود كبريت الكربون، ولارتفاع درجة لزوجة هذا المحلول يسمى فيسكوزاً، ولا يمكننا غزله بهذه الحال إلا أن نتركه فترةً زمنيةً ينضج بعدها ويصبح قابلاً للغزل.

٢-٤- نضوج الفيسكوز: يتم في هذه المرحلة انفصال ثنائي كبريت الكربون عن الاكسانتات، وتكون هذه المرحلة في أبطأ حالاتها عند تركيز ٨-١٠% ماءات الصوديوم، وتجري عادةً عند الدرجة ١٥-٢٠ °م، ولا تتعلق لزوجة الفيسكوز فقط بزمن النضوج بل بكلٍ من تراكيز: السيليلوز ، كبريت الكربون ، ماءات الصوديوم ، درجة الحرارة... ويمكننا وفي هذه المرحلة إضافة أوساط مطفئة أو ملونات وتفريغ فقاعات الهواء المنحلة منعاً لتقطع الخيوط بمرحلة الغزل اللاحقة.

٢-٥- غزل الفيسكوز: يُضغط الفيسكوز من خلال دوش المغزل فيخرج من ثقوبه على شكل خيوط تمر مباشرة إلى حوض يحوي حمض الكبريت، وقد تضاف بعض الكيماويات التي ترفع من سوية العملية، كأن يُضاف بعض من كبريتات الصوديوم وكبريتات التوتياء لتبطيء عملية التخثر وبالتالي الإبقاء على الخيوط بحالةٍ لدنة فترة أطول ما يعطينا خيوطاً ذات قوة شدٍ أكبر وقابلية استطالةٍ أقل.

وتلجأ بعض الشركات الصانعة لاستخدام حوضي غزل: الأول أكثر اعتدالاً ويحوي حمض الفوسفور مع كبريتات الصوديوم، والثاني يحوي كبريتات التوتياء ١-٢% وكبريتات الصوديوم ٢٠% وحمض الكبريت ١٠%.

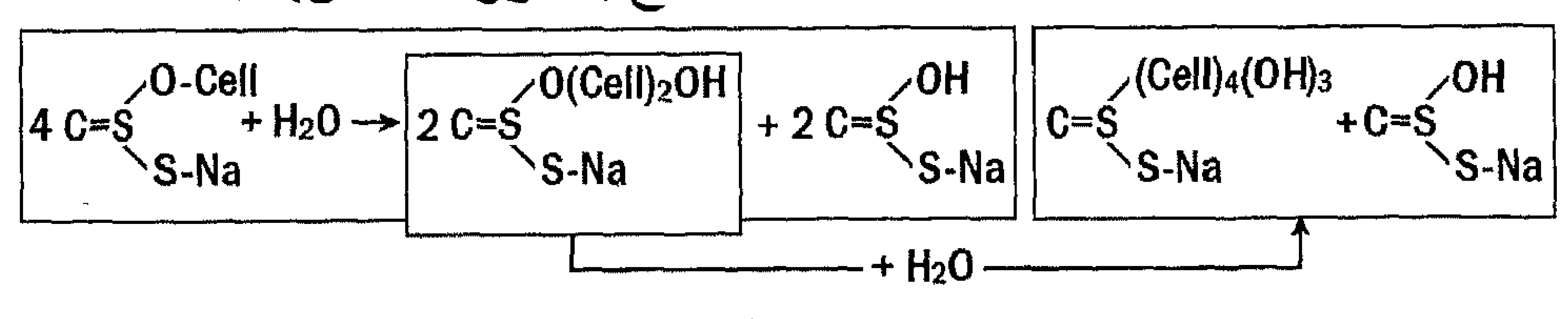


الشكل ٤ : وحدة غزل الفيسكوز

٣- **الخواص الفيزيائية لخيوط الفيسكوز:** تصنع خيوط الفيسكوز على شكل خيوط طويلة، أو على شكل خامة ليفية شفافة، نصف شفافة أو كتيمة، وتكون قوة شدها بالأحوال العادية ٠.٩١ كيلوغرام/ دنيير وقابلية استطالتها ٢٠-٢٥%، أما مقطعها العرضي فيكون دائرياً أو نجمياً بحسب شكل ثقوب دوش المغزل وحوض التخثر.

٤- **الخواص الكيماوية لخيوط الفيسكوز:** تتأثر خيوط الفيسكوز بالحموض المعدنية الممددة كما تتأثر الألياف السيليلوزية، إذ تتفكك بالحموض المعدنية الممددة الساخنة أو المركزة الباردة، في حين أنها تقاوم المحاليل القلوية الممددة، بينما تنتفخ وتفقد قوة شدها بالمحاليل القلوية القوية أي أنها أقل مقاومة هنا من القطن، وكذلك حالها مع المؤكسدات حيث نجدها أضعف من القطن أيضاً.

تمتلك خيوط الفيسكوز خاصة عزل كهربائي وحراري ضعيفة وناقلية كهربائية جيدة بسبب امتصاصها الشديد للرطوبة، ومهما يكن من أمر فإن الخواص النهائية تتبع درجة البلمرة التي تؤمنها شروط مختلف المراحل السابقة لأن آلية مراحل الصناعة تلخصها جملة التفاعلات التي تمتد لدرجات لا يمكننا ضبطها لكافة نقاط مفاعل الاصطناع بصورة متساوية :



ثانياً : حرير النحاس النشادري

١ـ مقدمة: طبق اكتشاف شويتزر عام ١٨٥٧م حول انحلال السيليلوز في محلول ماءات النحاس النشادرية عام ١٩٠٠ م لاصطناع خيوط أطلق عليها اسم حرير النحاس النشادري Cupper ammonium rayon، ويُحضر سائل شويتزر بتفاعل ماءات النحاس مع ماءات الأمونيوم لتشكل معقداً منحلاً:

$$Cu(OH)_2 + 4\ NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4\ H_2O$$

٢ـ تحضير خلات السيليلوز: تطبق عملية الانحلال السليلوزي بطريقتين:

<u>الطريقة الأولى:</u> ويتم هنا تحضير المحلول أولاً ومن ثم يضاف إليه السيليلوز ويترك فيه لتمام الانحلال ليكون جاهزاً لعملية الغزل، وتطبق هذه الطريقة على الشكل:

يحضر محلول كبريتات النحاس ويضاف إليه ماءات الصوديوم أو ماءات النشادر فتترسب كبريتات النحاس الأساسية على شكل مسحوق أخضر قد يكون :

$CuSO_4.Cu(OH)_2$ أو $CuSO_4.3\ Cu(OH)_2$

تغسل الكبريتات جيداً لترسُب بعدها ماءات النحاس بإضافة ماءات الأمونيوم ولتذاب بغسلها بالنشادر، أو نذيب كبريتات النحاس النشادرية مباشرة بمحلول ٢٨% ماءات النشادر الذي يضاف إليه السيليلوز آنئذٍ ليمدد بعدها المحلول بحيث تصبح نسبة السيليلوز ١٠%، ثم يشفط الهواء من المحلول ليصير جاهزاً لعملية الغزل.

<u>الطريقة الثانية :</u> وتدعى طريقة بمبرغ Bemberg، ويمكننا تلخيصها بإضافة السيليلوز لمحلول كبريتات النحاس لنتبعها بإضافة ماءات الصوديوم فتترسب كبريتات النحاس الأساسية، تشفط الرشاحة ويضاف لها ماءات النشادر حتى تمام الانحلال مع التبريد لكون التفاعل ناشر للحرارة، ويتم

إجراء العملية بأخذ الحيطة من دخول أقل كمية من الهواء تداركاً لأي عملية أكسدة تضر بالعملية أولاً وإضافة بعض الغلوكوز كمانع أكسدة ثانياً.

يُمدد المحلول قبل غزله بحيث يصبح تركيبه كما في الجدول ٢٠ :

الجدول ٢٠

تركيب محلول غزل حرير النحاس النشادري			
المادة	سيليلوز	نشادر	نحاس
النسبة المئوية	٧-٨%	٨%	٣-٣.٥%

ثم نبدأ عملية الغزل على حوض قد يحوي حمضاً أو أساساً أو ملحاً، وبما أن الماء يسبب تخثر السيليلوز بصورةٍ بطيئة جداً فإنه يمكننا سحب السيليلوز لأضعاف مضاعفة بالطول حتى لو كان المغزل ذو دوشٍ خشن، إذ يسحب السيليلوز آنئذٍ على مرحلتين: أولهما بالماء عند درجة حرارة ٣٥°م، وثانيهما بالماء أيضاً حتى الثمانين ضعفاً، وأخيراً نمرر الخيوط لحوض يحوي حمض الكبريت لتخليصها من النحاس ونتبعها بعمليات غسيلٍ وتجفيف جيدة.

ثالثاً : حرير أسيتات السيليلوز

١- مقدمة: كان شوتزنبر أول من حضر خلات السيليلوز عام ١٨٦٩، وفي عام ١٩٠٣ اكتُشِفَت الحلمهة الجزئية لثلاثي خلات السيليلوز في الأسيتون، وابتدأ إنتاج خيوط حرير الأسيتات عام ١٩٢١م.

تتباين خواص هذه الخيوط تبعاً لنسبة زمر الخلات " الأستيل " في سلسلة السيليلوز، إذ أنه وفي حين ينحل ثلاثي الخلات في الكلوروفورم لا تنحل خيوط ٢.٥ خلات ، وتكون جميع زمر الهيدروكسيل في ثلاثي الخلات مؤسترة على الشكل:

$$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 3n\,(CH_3CO)_2O \rightarrow [C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n + 3n\,CH_3COOH$$

٢- تقنية تحضير خيوط الخلات: تصنع خيوط الخلات من الأنواع الجيدة للسيليلوز كزغب القطن أو سيليلوز الأخشاب المعالجة أو من مزيج لهما، إذ يُغلى المصدر السيليلوزي غلياً قلوياً تحت الضغط ثم يقصر بتحت الكلوريت ليعالج بحمض الخل لتسهيل الأستلة.

تتم عملية الأستلة بمزيج من ٥-٧ أجزاء حمض خل مع ٣ أجزاء بلا ماء حمض الخل مع ١% حمض الكبريت كوسيط وضبط درجة حرارة التفاعل الناشر للحرارة عند درجة ٢٠ °م كحدٍ أعلى عند بدء التفاعل أي خلال الساعة الأولى، ومن ثم متابعة التفاعل عند الدرجة ٢٣-٣٠ °م لمدة ٧-٨ ساعات وبحيث تتم مراقبة تفاعل الأستلة على أساس قابلية المنتج للانحلال بالمذيبات حتى التأكد من الأسترة لدرجة ثلاثي الأسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين ١٠٠.٠٠٠-١٢٠.٠٠٠ ، وكثافتها ١.٢٨ غ/سم٣.

يمدد محلول التفاعل حتى يصبح تركيز حمض الخل ٩٥% ويترك مدة ٢٠ ساعة عند الدرجة ٤٠ °م لتتحلمه ثلاثي الأسيتات حلمهة جزئية لتعطينا (٢.٤ - ٢.٦ = ٢.٥) أسيتات والتي يتراوح وزنها الجزيئي بين ٩٥.٠٠٠-١١٠.٠٠٠ وكثافتها ١٣٣ غ/سم٣.

تفصل الأسيتات الناتجة بالتثفيل ومن ثم تجفف بدرجات حرارة منخفضة وتحل بمذيب الأسيتون أو مزيج الأسيتون مع الغول ليضغط المحلول من خلال دوش المغزل فتخرج الخيوط لتلاقي تياراً حاراً من الهواء الذي يبخر المحل للاستعادة، وتلف مباشرة على بكرات وبسرعة سحب تصل حتى ٢٢٠-٤٠٠ متر/ دقيقة.

٣- خواص خيوط الأسيتات: لخيوط الأسيتات قوة شدٍ منخفضة نسبياً في الحالة الجافة، إذ تبلغ ١.٤ باوند / دنيير، والاستطالة ٢٠-٣٠% وتزيد عنها في حالة البلل بمقدار ٥-١٠%، ويختفي لمعان خيوط ٢.٥ أسيتات على البلل بالماء الحار، ولا يلبث أن يعود عند الجفاف وهذا من أهم المظاهر التي تميزه عن ثلاثي الأسيتات الذي يحتفظ بلمعانه على البلل، أما امتصاص الرطوبة فيبلغ لـِ ٢.٥ أسيتات مقدار ٦-٦.٥% ولثلاثي الأسيتات ٤.٥%

وتنخفض بالمعالجة الحرارية حتى ٢.٥%.

تمتاز خيوط الأسيتات بمرونة جيدة جداً وبملمسٍ طري ناعم، ويؤدي ضعف امتصاصها للرطوبة وعزلها الكهربائي العالي لتشكل كهرباء ساكنة بسهولة معها.

تنصهر خيوط ٢.٥ أسيتات عند درجة حرارة ٢٣٠-٢٣٥ °م أما خيوط ثلاثي الأسيتات فعند ٢٩٠-٣٠٠ °م.

تنحل خيوط الأسيتات بعددٍ من المحلات العضوية والحموض العضوية كحمض النمل، أما القلويات القوية فإنها تتسبب بحلمهتها.

تستخدم ثلاثي الأسيتات لصناعة الخيوط الصنعية ، أما ٢.٥ أسيتات فتستخدم لصناعة الخيوط الصنعية أيضاً إضافة لبعض الصناعات البلاستيكية والأفلام السينمائية غير القابلة للاحتراق.

رابعاً : خيوط الألجينات

١- مقدمة : تحضر هذه الخيوط من حمض الألجينيك الذي يستخرج من الاشنيات البحرية التي تحويه بنسب تتراوح بين ١٥-٤٥ %، إذ يتم تحضير هذا الحمض بالاستخلاص بكربونات الصوديوم خلال ٢٤ ساعة، ومن ثم ترسيب الحمض بإضافة حمض كلور الماء أو كلور الكالسيوم.

حمض الألجينيك : حمض – β – ١-٤- متعدد المانورونيك

٢- إنتاج خيوط الألجينات: يتم أولاً حل حمض الألجينيك بمحلول كربونات الصوديوم لتبدأ عملية الغزل بحوض حمضي بوجود حمض الكبريت المشبع بكبريتات الصوديوم و٢.٥% زيت زيتون مع عامل استحلاب.

تنحل خيوط الألجينات بالمحاليل الضعيفة القلوية ذوات الشوارد الأحادية خاصة كالحوض الحاوي على ٠.٢ صابون و٠.٢ كربونات الصوديوم، أما أملاحه للشوارد الثنائية أو الثلاثية التكافؤ فأقل انحلالاً بكثير أو عديمة

الانحلال، وتكون ألجينات الكروم والحديد ملونة، وألجينات الباريوم سامة، وتعتبر ألجينات البيريليوم والكالسيوم معاً الأكثر ملائمة، كما تبين أن أسترة الزمر الكربوكسيلية في الحمض تؤدي لتراجع الانحلال أيضاً.

تأخذ خيوط الألجينات أهميتها من استخداماتها كألياف تحميلية تأخذ مكانها في عمليات الحياكة بالحالة الجافة ليصار إلى إذابتها فيما بعد لنحصل على نقوش لا يمكننا الحصول عليها لولا هذا الاسلوب.

٣- خواص خيوط الألجينات: تكون هذه الألياف عادة إما بيضاء اللون أو ملونة بحسب الشارجبات المستخدمة في تحضيرها، ويكون مقطعها العرضي غير منتظم، وتتمتع عادة بوزن نوعي كبير يتراوح بين ١.٧٣-١.٧٨.

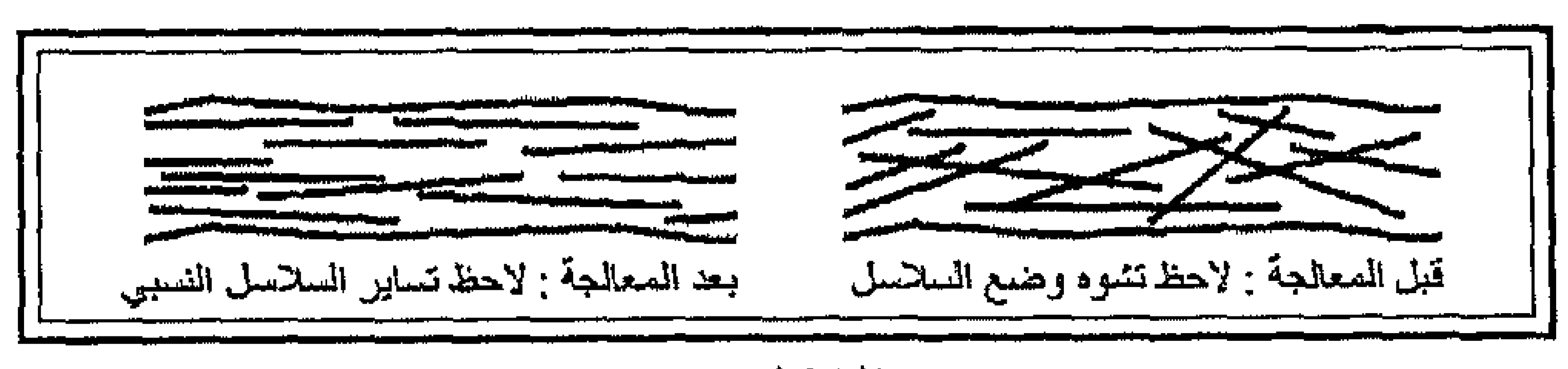
البحث الثاني

عموميات حول الخيوط التركيبية

١ـ مقدمة: يتوجب على المتماثر" البولي مير" كي يدخل عالم الخيوط التركيبية أن يحقق جملةً من المواصفات والخواص، وهذا ما أدى إلى أن مجموعة صغيرة فقط من البولي ميرات أمكنها أن تدخل مجال الخيوط بين آلاف البولي ميرات والتي نحصر أهمها في البولي استر والبولي أميد والبولي أكريلونتريل، وبدرجة أقل بولي الإيتيلين وبولي البروبيلين وبولي كلور الفينيل PVC وبولي الأوريتان ... لذا فإننا سنعرض لأهم هذه الخواص وطرق تحسينها.

٢ـ خواص الخيوط التركيبية:

٢ـ١ـ قوة الشد: لو نظرنا للشكل ٥ لوجدنا أن سلاسل الشعيرات في حالة فوضى وتوزع عشوائي مع محورها الطولي والتي تتحول ببعض المعالجات الضرورية لحالة التوازي والامتثالِ التام نسبياً مع المحور:



الشكل ٥

إذ أنه ولكي يمكن للخيط أن يتشوه تشوهاً دائماً أو أن ينقطع بتأثير الشد فإن على جزيئاته أن تنزلق فوق بعضها أو أن تبتر بتراً سلسلياً، وإذا كانت هناك قوى ارتباط عالية بين الجزيئات فإنها ستقاوم مثل هذه الانزلاقات وسيكون للخيوط قوة شدٍ عالية وهذا ما يجب أن تتمتع به الجزيئات والخيوط على المستوى التجاري، إذ يمكن وبمعالجة الخيوط معالجة فيزيائية تنسيق وضع السلاسل لتصبح موازية لمحور الخيط، وسنعرض لوضع خيوط البولي استر " بولي ترفتالات الايتيلين " كمثال لتحسين هذه الخاصية.

يُصنع البولي استر بطريقة الغزل المصهور، إذ تُدفَع صهارته بحرارة ٢٧٠ـ٢٨٠ °م من خلال دوش المغزل لتبرد بسرعة وتتصلب إلى الحالة

العديمة الشكل " يؤدي التبريد السريع للتبلور والبطيء للتزجج "، وبذلك تتوضع السلاسل بصورةٍ عشوائية وضعيفة الخواص الميكانيكية ما يضطرنا لسحبها على البارد من جديد فتمتط عند درجات أعلى بقليل من درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية للبولي استر العديم الشكل أي ٧٠ °م وبذلك يزيد طول الخيط مراتٍ عدة مع تناقص قطره، وتتحاذى السلاسل البولي ميرية على طول الخيوط ما يؤدي لبدء عملية التبلور، وبعد انتهاء عمليات السحب نرفع درجة حرارة الألياف حتى ٢٢٠ °م تقريباً لاستكمال عملية التبلور ولتحريرها من الإجهادات الجزيئية الداخلية بما يضمن ارتفاع قوة الشد عالياً وارتفاع درجة الحرارة الانتقالية الزجاجية إلى ما فوق ١٠٠°م، في حين تبقى نقطة الانصهار على حالها أي ٢٦٥ °م.

ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن مثل هذه التقنية لا تطبق على جميع الخيوط لأن خيوط البولي اكريلونتريل مثلاً تتفكك قبل انصهارها، لذا فإنها تغزل من محلولها غزلاً جافاً أو رطباً ومن ثم تطبق عليها عمليات السحب.

ولا بد من بعض النقاط البنيوية الواجب توفرها في البولي مير كي يعطينا خيوطاً قوية كأن يكون قليل التفرع لتتمكن سلاسله من التداخل فيما بينها، فالبولي ايتيلين منخفض الكثافة يعطي خيوطاً ضعيفة كونه عالي التفرع بعكس البولي ايتيلين غير المتفرع العالي الكثافة.

كما أن لليونة السلسلة التماثرية " البولي ميرية " أهمية خاصة، إذ أنه كلما زادت هذه الليونة زادت سهولة انقلاب جزيئات البولي مير لامتثالات عشوائية ملتفة، والتناظر المحوري وغياب الفتل في السلاسل البوليميرية في صالح المحاذاة، وخير مثالٍ على ذلك هو مقارنة بولي فتالات الايتيلين غير المستخدم في صناعة الخيوط مع البولي ترفتالات:

$$\left[-OC(C_6H_4)C(=O)-OCH_2-CH_2-O- \right]_n \qquad \left[-OC-C_6H_4-C(=O)-OCH_2-CH_2-O- \right]_n$$

بولي فتالات الايتيلين   بولي ترفتالات الايتيلين

وقد تكون قوى التماسك ما بين السلاسل من نوع قوى ڤاندرڤالس كما في

البولي ايتيلين، وأحياناً أفعالاً متبادلة بين ثنائي قطب – ثنائي قطب وارتباط هيدروجيني كما في البولي أميد إذ يحدث ارتباط هيدروجيني بين زمر الأمين NH– وزمر الكربونيل =C=O

وتمتلك معظم المتماثرات المُشكِلة للخيوط العديمة الشكل كخيوط البولي أكريلونتريل قوىً قطبية ما بين جزيئاتها تكون كافية لتعطيها قوة جيدة تحول دون تشكل البنية البلورية.

٢-٢- نقطة الانصهار: إن لدرجة انصهار المتماثرات أهمية عالية في مدى اعتمادها لصناعة الألياف، وتتأثر نقطة انصهار المتماثر كثيراً بعدة عوامل: منها ليونة السلاسل التماثرية وقوى التجاذب فيما بينها، فلو قارنا بولي أديبات الإيتيلين مع بولي ترفتالات الإيتيلين لوجدنا أن استبدال زمرة ρ – الفينيلين بزمرة $[-CH_2-]_4$- اللينة يؤدي لارتفاع درجة الانصهار من ٥٠ حتى ٢٦٥°م.

$$-[OC(CH_2)_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_n-$$

لذا لم تُعْتَمَد بولي أديبات الإيتيلين في صناعة الخيوط التركيبية برغم الشبه البنيوي تقريباً مع ترفتالات الإيتيلين.

أما تأثير القوى ما بين الجزيئية فيتضح من مقارنة بولي الإيتيلين مع النايلون ٦٦ إذ نجد تماثلاً بنيوياً بينهما بفارق أن زمرة -NH- و-CO- قد حلتا محل زمر ميتيلينية ما يهيء ارتباطاً في المناطق البلورية يرفع حرارة الانصهار من ١٣٠ حتى ٢٦٤ °م.

٢-٣- الثبات الكيماوي: تتعلق مقاومة الخسف بالبنية الكيماوية، فبولي الإيتيلين ثابت تماماً تجاه الحلمهة، ولكنه يتأكسد بسهولة بتأثير الضوء، أما البولي استر أو النايلون فيتحلمهان تحت بعض الشروط، ومع ذلك فإن بنية الخيط العالي التوجيه تقاوم بشدة نفوذ الكواشف إليها، وفي حين أن أنواع النايلون تقاوم بشدة وتضعف أمام الحموض نجد أن البولي استر وعلى العكس فإنه يبدي مقاومة عالية للحموض وضعيفة للقلويات.

٢-٤- قابلية الصباغة: إن لقدرة الخيوط على التلون الدائم بمعالجتها بمحلول أو معلق مائي لمادة صباغية أهمية بالغة لإمكانية استخدامها في مجال الصناعات النسيجية، فشروط قابلية الصباغة الناجحة يمكننا إجمالها بِـ :

- قدرة الصباغ على النفوذ إلى عمق الألياف.
- قدرة الصباغ على الرسوخ والثبات بعد النفاذ.

ويُبنى ارتباط الصباغ مع الخيط على قدرته تشكيلَ روابطَ مشتركةٍ أو شاردية، ارتباط هيدروجيني أو قوى ڤاندرڤالس....

ويعتبر النايلون من أكثر الخيوط التركيبية قابليةً للصباغة، إذ تقارب درجة حرارة تزججه الـ ٥٠°م وبحيث تتمكن سلاسله في المناطق العشوائية اللابلورية عديمة الشكل من الانزلاق على بعضها البعض بدرجة حرارة الحمام الصباغي أي ١٠٠ °م ما يسمح للجزيئات الصباغية من النفوذ بسهولةٍ ويسر لعمق الشعيرات، إذ تؤمن الزمر الأمينية الطرفية مواقع تشكل فيها أملاحاً مع الزمر الحمضية السلفونية :

$$Dye\text{-}SO_3H + H_2N\text{-}-- \rightarrow Dye\text{-}SO_3^-\,H_3N^+\text{-}--$$

كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكز ارتباط هيدروجيني مع الأصبغة.

بينما تزيد درجة حرارة تزجج البولي استر عن ١٠٠ °م ما يُصَعِب من نفوذ الأصبغة إلى عمق خيوطه وبالتالي فإننا نضطر لرفع درجة حرارة الحمام الصباغي معها إلى ١٣٠ °م، أو أن نلجأ لإضافة الحوامل " الكارير Carrier" التي يمكنها خفض درجة حرارة التزجج والانحلال في المتماثر وأن تعمل كملدن مؤقت يخفض من درجة حرارة التزجج برفع أو تسهيل زلوقية السلاسل التماثرية في المناطق اللابلورية، علماً بأن بولي ترفتالات الإيتيلين لا تمتلك أي مراكز يمكنها ربط الأصبغة بروابط شاردية أو مشتركة.

أما خيوط البولي أكريلونتريل فتبلغ درجة حرارة تزججها ١٠٠-١١٠ °م، ولا تملك زمراً يمكنها الارتباط بالأصبغة، وقد أمكن حل هذه المشكلة بتحوير خواص السلاسل من خلال إجراء عملية التماثر " البلمرة "

التشاركية مع أحادي حد كمركز صباغي وآخر يخفض من درجة حرارة التزجج، ومن هذه الحدود التشاركية نجد ڤينيل البيريدين الذي يتقبل أصبغة أساسية موجبة الشحنة.



كما تمنع بنية البولي بروبيلين اللا قطبية صباغته بالطرق التقليدية ما أوجب سحق الملونات ناعماً وإضافتها لعجينة التماثر " عجينة البولي مير" قبل غزله أو ما يسمى بالتصبيغ الكتلي " Mass pigmentation "، لذا فقد جرت بحوث تحوير لمزجه مع متماثر يحوي زمراً أساسية قبل غزله لنتمكن من صباغته بأصبغة حمضية.

٢-٥- امتصاص الرطوبة: إن لقدرة الخيط على امتصاص الرطوبة أهمية بالغة لأنها تعني الشعور بالراحة عند ارتداء الأقمشة المصنوعة منها، فعدم امتصاص الرطوبة يعني الإحساس بالتصاق الأقمشة على الجسم لتراكم العرق، إضافة إلى أن امتصاص الرطوبة ينقص من الكهرباء الساكنة، وغالباً ما يكون الفرق الأهم بين الألياف الطبيعية والخيوط الصنعية والتركيبية هو قدرتها على امتصاص الرطوبة كما يبين الجدول ٢١ :

الجدول ٢١

النسبة المئوية لامتصاص الرطوبة لبعض الخيوط برطوبة نسبية ٦٥ % وحرارة ٦٥°م							
النوع	قطن	صوف	حرير	بولي أميد ٦و٦٦	اكريليك	بولي استر	بولي بروبيلين
النسبة المئوية	٨.٥	١٦	١١	٤.٥	١.٣-٢.٥	٠.٤-٠.٨	صفر

وتتوقف قدرة امتصاص الخيوط للماء على قابلية المتماثر لتشكيل روابط هيدروجينية مع الماء، فتتميز أنواع النايلون مثلاً باحتوائها على زمرٍ أميدية عالية القطبية وقادرة على تشكيل روابط هيدروجينية تجعلها جيدة الامتصاص نسبياً على العكس من البولي بروبيلين الذي لا يمتص الماء اطلاقاً.

البحث الثالث

الخيوط التركيبية

أولاً: البولي استر

١ـ مقدمة: يعد هذا النوع من الخيوط التركيبية الأهم في عالم الصناعات النسيجية، ويتم تسويقه بأسماء تجارية مختلفة منها التيريلين والداكرون... وأول من حضره صناعياً كانت شركة كاليكوبرنيترس الانكليزية.

٢ـ اصطناع البولي استر: يتم اصطناع البولي استر عبر ثلاث مراحل:

مرحلة الاسترة: ويتم فيها التفاعل بين حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل ترفتالات مع كمية زائدة من الإيتيلين غليكول عند حرارة ١٥٠-١٩٠°م وبوجود وسيط ممزوج من خلات التوتياء وثلاثي أكسيد الانتموان، ويستحسن الأخذ باستر ثنائي ميتيل ترفتالات لسهولة تنقيتها بالتقطير على العكس من حمض الترفتاليك غير المتطاير وذي قابلية الانحلال المنخفضة في معظم المحلات.

مرحلة التماثر: ويتم فيها تفاعل تبادل استيري ينحذف فيه جزيء الإيتيلين غليكول ويجري عند حرارة ٢٦٠ °م لتبدأ عملية التماثر" البلمرة " وصولاً لسلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨.٠٠٠-١٢.٠٠٠، وبحيث يمكننا وضع مخطط العملية على الشكل ٦:

$HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$ حمض الترفتاليك
$H_3C-OOC\text{-}C_6H_4\text{-}COO-CH_3$ ثنائي ميتيل ترفتالات
+ $CH_2\text{-}OH$ | $CH_2\text{-}OH$ ايتلين غليكول
→ H_2O ماء + $2\ CH_3OH$ ميتانول

المونواستر "وحيد الحد" $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}OC\text{-}C_6H_4\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$

الصيغة العامة للبولي استر $H\text{-}[O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}OC\text{-}C_6H_4\text{-}CO\text{-}O]_n\text{-}OH$

الشكل٦ : مخطط اصطناع البولي استر

ويستلزم استمرار التفاعل إزاحة الإيتيلين غليكول باستمرار أو إنجاز التفاعل تحت الفراغ أو بإمرار غاز خامل كي يتسنى لنا السيطرة على التفاعل والوصول للوزن الجزيئي المطلوب.

ويُضـاف عـادةً بعضٍ من حمض الخل للمزيج المتفاعل ليحد من نمو السلاسل فوق الوزن الجزيئي المطلوب بتبقيعه لنهايات السلاسل البوليميريـة لمنـع تشكل المنتجـات عاليـة الـوزن الجزيئـي واللزوجـة وبالتـالي درجـة الانصـهار والتي يمكنها عرقلة عمليات الغزل اللاحقة.

ونقول عن السلسلة عندما لا تتجاوز n القيمة ٧ بأنها غير مكتملـة النمو أو أوليغـومير Oligomers والـذي تصـل نسـبته حتـى ١.٥%، وقـد يتحلـق التفاعل عند مرحلته الثالثة لتفاعل البلمرة معطياً التريمير الحلقي الذي تصل نسبته حتى ١.٥% كما في الشكل ٧.

مكونات شعيرات البولي استر	
$H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_{n=60-90}OH$ سلسلة بولي استر نظامية $n = 60-90, M = 8.000 - 12.000$	O $CH_2-CH_2-O-CO-C_6H_4-CO-O$ / $CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2$ تريمير $O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O$
$H-[O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O]_{n=1-7}OH$ سلسلة بولي استر غير مكتملة النمو " أوليغومير " $n = 1-7, M = 202-1414$	
تعتبر كلارينت أنه وحتى الوزن الجزيئي ٥.٠٠٠ فإن السلسلة تكون غير مكتملة النمو حيث تكون n = 25	

الشكل ٧

وتتداخل التريميرات مع الأوليغوميرات مـا يجعلهمـا يتسببان بـنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتـأثير الحـرارة من المناطق اللا بلوريــة لسلاسل البـولي استر باتجـاه الحـوض الصباغي حتـى الوصـول لدرجـة الإشباع فيبدأ بعدها بـالتبلور والترسب غير المنتظم علـى جدران الآلات والبضائع على شكل غبار عديم اللون بذاتـه ولكـن امتصاصـه لبقايا الأصبغة والمكونات الملونة يظهره ملوناً.

مرحلة الغزل: ويتم فيها صهر البوليمير فـي فرن خاص بحيث لا تتجـاوز الرطوبـة ٠.٠١ % منعـاً لتعرض السلاسل للفصم بسبب الحلمهة وبالتـالي انخفاض الوزن الجزيئي.

تبلغ أقطار ثقوب المغزل ٠.٢-٠.٤ مم، ويتم السحب بسرعة ٤٠٠-٩٠٠

متر/دقيقة، ويمكننا إجراء السحب على البارد أو الساخن، ولكن السحب عند حرارة ١٠٠°م يعطينا خيوطاً ذاتٰ خواص فيزيائية أفضل، ويصل السحب حتى ٥٠٠% من الطول الأصلي بفعل التسخين الموضعي لدرجات حرارة أعلى من ٢٨٠°م بسبب حرارة الاحتكاك، وننهي عملية السحب بالتثبيت على البخار الساخن منعاً لحدوث أي التواء ما بين الجزيئات.

وبنتيجة المراحل الثلاث السالفة الذكر يمكننا التمييز بين خيوط البولي استر بعضها عن بعض في خواصها الفيزيائية والصباغية عبر التباين بين الشركات الصانعة في:

١- درجة حرارة وزمن كل مرحلة من المراحل السابقة الذكر.

٢- درجات نقاوة اللقيم الأساسي: الإيتيلين غليكول، حمض الترفتاليك أو ثنائي ميتيل الترفتالات.

٣- أسلوب سحب الإيتيلين غليكول أو نوعية الغاز الخامل الداخل لمفاعل البلمرة ومعدلات ضخه.

٤- نسبة حمض الخل المضافة.

٥- حال الوسيط : نسبة خلات التوتياء لثلاثي أكسيد الانتموان، عمر الوسيط ودرجة نقاوته ونعومته وهيئة توضعه داخل المفاعل.

٦- معدلات السحب وزمن البقاء في مرحلة التثبيت.

٧- سائل الإنهاء المضاف للخيوط لحماية وتغطية الخيوط كثيرة الشعيرات والذي يتكون من مزيج لزيت خاص مع ماء نقي عبر جهاز البخ المتوضع بعد غرفة تبريد الخيط مباشرةً، إذ تتم موائمة المسافة بين قالب السحب وموقع بخاخ السائل تبعاً لنمرة الشعرة الواحدة في الخيط.

٣- خواصه الفيزيائية: نرى في الجدول ٢٢ أهم الخواص الفيزيائية المأخوذ لخيوط التيرلين " Terylen " الانكليزية.

ثانياً: البولي أميد

١- أنواع البولي أميد: تندرج تحت عنوان خيوط البولي أميد عدة أنواع نجد منها:

١-١- بولي الأميد ٦: ويحضر من بلمرة الكابرولاكتام بوجود الماء كمنشط:

$$HO-[CO-(CH_2)_5-NH]_n-H$$

١-٢- بولي الأميد ٦-٦: ويحضر بالتفاعل المتعدد لملح سداسي ميتيلين مع حمض الأديبيك:

$$H-[NH(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO]_n-H$$

١-٣- بولي الأميد ٧: ويحضر بالتكاثف المتعدد لحمض ابسينول – أمينو الاينانتيك:

$$H-[NH(CH_2)_6-NH-CO]_n-OH$$

وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا النوع ٢٢٥ °م ، ويتفوق على البولي أميد ٦ و٦٦ بمقاومته للضوء والحرارة وبعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية الأخرى.

١-٤- بولي الأميد ١١: ويحضر بالتكاثف المتعدد لحمض أوميغا – الأونديكانيك :

$$H-[NH(CH_2)_{10}-CO]_n-OH$$

وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا البولي مير ١٨٩ °م، ويمتاز عن بولي الأميد ٦ أو ٦٦ بعدم ذوبانه بمزيج حمضي الآزوت والكبريت ٥٠% ومحلول حمض كلور الماء ٣٠% أو حمض النمل برغم مقاومته العالية للقلويات.

١-٥- بولي أميد ترفتالات: ويحضر بطريقة التكاثف المتعدد بين الأطوار للأمينات الثنائية الأليفاتية مع ثنائي كلور بلا ماء حمض التيرفتاليك:

$$n\ H_2N-(CH_2)_m-NH_2 + n\ Cl-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl \longrightarrow H-[NH(CH_2)_m-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}]_nCl + (2n-1)\ HCl$$

وتبلغ درجة حرارة انصهار هذا البولي مير ٤٣٦ °م، ويذوب بحمض الكبريت وثلاثي فلور حمض الخل، ويمكننا الحصول على خيوطه من محاليل بولي أميد تيرفتالات في ثلاثي فلور حمض الخل.

١-٦- بولي- ٤-٤ '- سولفونيل البنزيميدات: ويتم تحضيرها بطريقة التكاثف

المتعدد بين الأطوار التي تتم بين ثنائي كلور بلا ماء ٤-٤ ' – سولفونيل حمض البنزوئيك وأمين ثنائي أليفاتي أو البيبيرازين:

$$H-\left[N\begin{matrix}CH_2-CH_2\\ \underset{R}{CH}-CH_2\end{matrix}N-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-SO_2-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}\right]_n-Cl$$

١-٧- بولي أميدوكسالات العطرية: تنصهر بدرجات حرارة فوق ٤٠٠°م، وتذوب في كلور حمض الخل أو ميتيل البيريليدون، ويمكن الحصول على الخيوط من محاليل البولي ميرات في هذه المذيبات.

$$H-[HN-R-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}]_n-OH$$

١-٨- بولي بيرو الميليتميدات: تتمتع هذه المتماثرات بخواص ميكانيكية جيدة، وعازلة كهربائياً بشكلٍ جيد، إضافة لتمتعها بمقاومة عالية للأكسدة والإشعاع وتأثير المذيبات، ولا تتغير عند درجة حرارة ٣٠٠ °م مدة عامٍ كامل، وتتمتع أيضاً بثباتٍ كامل وعالي أثناء التسخين في الهواء حتى ٤٢٠°م وفي جوٍ مفرغ ٦٠٠°م.

$$\left[-C_6H_4-X-C_6H_4-N\begin{matrix}\overset{O}{\overset{\|}{C}}\\ \underset{O}{\underset{\|}{C}}\end{matrix}C_6H_2\begin{matrix}\overset{O}{\overset{\|}{C}}\\ \underset{O}{\underset{\|}{C}}\end{matrix}N-\right]_n \quad \text{حيث}: X = SO_2, CH_3, CO$$

١-٩- بولي الهيدرازيدات: ويتم تحضيرها بالتكاثف المتعدد لثنائي كلور بلا ماء الحموض العطرية ثنائية الوظيفة الحمضية مع الهيدرازين أو الهيدرازيدات الثنائية العطرية في محلول سداسي ميتيل فوسفور الأميد في الدرجة صفر مئوية.

$$\left[-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-HN-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-HN-NH-\right]_n$$

تنصهر هذه المتماثرات عند درجة حرارة أعلى من ٤٠٠°م، وتكون ملونة عادة، ويمكننا أن نشكل منها أغشية علاوة عن الخيوط من محاليلها، وتذوب في ثنائي ميتيل سولفوكسيد.

٢- الخواص العامة للبولي أميدات: يتراوح الوزن الجزيئي لبولي الأميدات بين ١١.٠٠٠ حتى ٢٢.٠٠٠، تذوب في الفينول وحموض: النمل، الكبريت، كلور الماء المركزين، وتتميز بولي الأميدات المختلطة الناتجة عن طريقة التكاثف المشترك لحموض أمينية مختلفة أو لمزيج من الحموض وثنائي الأمينات بقابليتها للذوبان في الغول والمذيبات المعروفة بسبب عدم انتظام جزيئاتها الضخمة، ويُعَد البولي أميد ٦ و ٦٦ أهم عناصر هذه المجموعة وأوسعها انتشاراً لذا فإننا سنعرض لهما فقط.

٢-١- البولي أميد ٦٦: يشير نظام التسمية الرقمية عادةً لأحاديات الحد " المونوميرات " التي صُنع منها هذا المتماثر، وهكذا فإن البولي أميد ٦٦ صُنع من أحادي حد يحوي كلٍ منهما ستة ذرات كربون، أي سداسي ميتيلين ثنائي الأمين وحمض الأديبيك.

حُضِر النايلون ٦٦ لأول مرة من قبل كارتر في شركة دي بونت الأمريكية أوائل الثلاثينات مسجلاً بداية صناعة الخيوط التركيبية، وتتم صناعة هذا المتماثر بتحضير ملح أديبات سداسي ميتيلين ثنائي الأمين بمزج حمض الأديبيك مع سداسي ميتيلين ثنائي الأمين في الميتانول ليترسب الملح ويُنقى بإعادة البلورة:

$$HOOC(CH_2)_4COOH + H_2N(CH_2)_4COO^- H_3N^+(CH_2)NH$$

ويذاب هذا الملح في الماء ويسخن في محمٍ مغلق " Autoclave " لدرجة حرارة ٢٦٠-٢٧٠ °م ما يسبب ارتفاع الضغط لتشكل بخار الماء، لذا نبدأ بسحب بعض البخار للمحافظة على ضغطٍ بحدود ١٠-٢٠ جو، ويمكننا التحكم بالوزن الجزيئي في المجال ١٢.٠٠٠- ٢٠.٠٠٠ بإضافة ٠.٦-١.٢% حمض خل، لأن أجود الخيوط هي الواقعة في هذا المجال، لكن مشكلتها أنها تكون منخفضة اللزوجة ما يُصعب من عملية غزلها، وتسحب صهارة بولي الأميد عند الوصول لدرجة التماثر المطلوبة على شكل شريط يعرض لتيار هواء بارد ليتجمد ويُقَطَع لقطع تماثرية صغيرة.

٢-٢- البولي أميد ٦: يصنع النايلون ٦ من ε - الكابرولاكتام عبر تماثر يشتمل على تفاعلات سلسلية ومرحلية معاً، إذ يتم أولاً صهر الكبرولاكتام بإضافة ٥-١٠% ماء مقطر لمفاعل التماثر مع بعضٍ من حمض الخل كمثبت بلمرة، ثم ندفع باللاكتام للمحم بتيارٍ من غاز الآزوت لمنع الأكسدة بالأكسجين ونرفع الحرارة حتى ٢٠٠-٢٢٠ °م ومن ثم لدرجة ٢٥٠-٢٧٠ °م وتحت ضغط ١١-١٣ جو ليخفض الضغط لمدة ٢-٣ ساعات إلى القيمة ١-١.٥ جو ويترك اللاكتام لإتمام عملية التماثر التي تتم على الشكل:

يتحلمه أولاً بعض الكبرولاكتام إلى ω – أمينو الكبروئيك.

$$\begin{matrix} CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \\ | \\ NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \end{matrix} \rangle CH_2 + H_2O \longrightarrow HOOC(CH_2)_5NH_2$$

وبعد ذلك تبدأ سلسلة من تفاعلات الانتشار ينفتح فيها خاتم اللاكتام بهجوم تقوم به زمرة الأمينو في الحمض الأميني أولاً ، ومن ثم في التماثر :

$$\begin{matrix} CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \\ | \\ NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \end{matrix} \rangle CH_2 + H_2O \longrightarrow HOOC(CH_2)_5NH_2$$

$$\begin{matrix} CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \\ | \\ NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \end{matrix} \rangle CH_2 + HOOC(CH_2)_5NH_2 \longrightarrow HOOC(CH_2)_5NH\text{-}CO\text{-}(CH_2)_5NH_2$$

$$\begin{matrix} CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \\ | \\ NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2 \end{matrix} \rangle CH_2 + HOOC(CH_2)_5NH\text{-}CO\text{-}(CH_2)_5NH_2 \longrightarrow HOOC(CH_2)_5NH\text{-}[CO(CH_2)_5NH]_n\text{-}CO(CH_2)_5NH_2$$

وتشارك الجزيئات الناتجة بالتشكل المرحلي للارتباطات الأميدية عبر التفاعل ما بين زمر الأمينو وزمر الكربوكسيل:

$$\text{---}\ CO\text{-}(CH_2)_5NH_2 + HOOC(CH_2)_5NH\ \text{---} \longrightarrow \text{---}\ C\text{-}(CH_2)_5\text{-}NH\text{-}CO(CH_2)_5NH\ \text{---}$$

يعتقد أن تفاعل الفتح المتسلسل والذي يعتبر مرحلة التماثر الأولى يعطي سلاسل ذات وزن جزيئي ما بين ٨.٠٠٠- ١٤.٠٠٠ لا تلبث أن تدخل تفاعلات مرحلية لتعطي أوزاناً جزيئية أعلى، ويتوازن المتماثر عادةً مع ١٠% من أحادي الحد والمتماثر المنخفض الوزن الجزيئي دون أن يكون لنا أي طريقة لإزاحة التوازن، لذا فإنه من المهم إزاحتها قبل إجراء عملية غزل الخيوط باستخلاصها بالماء مثلاً.

وظهرت حالياً مفاعلات مستمرة ذوات اسطوانات عمودية مُسَخنة تعمل على الضغط الجوي العادي ولا تحتاج للماء كمنشط لعملية التماثر، يُضاف لها اللاكتام من الأعلى لينساب مصهور البولي أميد من أسفلها.

وتتم عملية غزل البولي أميد من المحلول أو من الصهارة وإن كانت العادة أن تتم من الصهارة، وتلعب مجموعة من العوامل دورها في نجاح عملية الغزل مثل: درجة الحرارة، موقد الصهر، حجرة الغزل، سرعة الغزل، لزوجة الصهارة، ونمرة الخيوط.

٣- الخواص العامة لخيطي البولي أميد ٦ و ٦٦: نرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط البولي أميد ٦ و ٦٦، ونرى في الشكل ٨ طبيعة الارتباط الهيدروجيني في المناطق البلورية للبولي أميد ٦ و ٦٦:

الروابط الهيدروجينية في نوعي بولي الأميد 6 و 66	
بولي الأميد ٦ : البرلون	بولي الأميد ٦٦ : النايلون

الشكل ٨

ثالثاً : البولي أكريلونتريل

١- مقدمة: تشكل خيوط الاكريليك أحد أهم زمر الخيوط التركيبية التشاركية من الأكريلونتريل مع مقادير صغيرة من أحاديات حد يمكنها تحسين وتوجيه خواص ومواصفات الخيوط المحضرة.

ويتميز الأكريلونتريل بانحلاله العالي بالماء لذا فإنه غالباً ما تجري عملية تماثره في محاليل مائية، وبإضافة مبادرات جذرية حرة حلولة بالماء ليعطينا

متماثراً راسباً غير ذواب بالماء، إضافةً لبعض أحاديات الحد التشاركية المطلوبة لتحوير خواصه حسب الطلب وبخاصة أحاديات الحد اللازمة كمراكزٍ يرتبط معها الصباغ.

تتميز خيوط البولي أكريلونتريل بأهميةٍ عالية في عالم الصناعات النسيجية بسبب مقاومتها العالية للضوء وثباتها العالي تجاه مختلف الظواهر الطبيعية.

٢- تقنية إنتاج خيوط البولي أكريلونتريل: تستخدم طريقة البلمرة الجبلية Slurry polymerization أو البلمرة بالمحلول، ويستخدم كمبادر الماء الأكسجيني أو فوق كبريتات الأمونيوم، وغالباً ما يُضاف مرجع مناسب يمكنه أن يشكل مع فوق الكبريتات جملة أكسدة – إرجاع.

تتم عملية التماثر بالمحلول دون تحريك عندما لا يلعب الماء الأكسجيني دور العامل المثبط وبدرجة ١٥-٢٥ °م ولمدة ٣٠-٩٠ دقيقة حيث ينفصل المتماثر المتشكل من المحلول، ويتم إيقاف العملية عند تفاعل ٧٠% لنحصل على متماثر بخواصٍ ملائمة، ونفصل عندها وحيد الحد غير المتفاعل بالتقطير تحت الفراغ.

ويمكننا لإجراء عملية التماثر في المحلول استخدام أحد المحلات التالية والتي يمكننا اعتمادها كمحاليل غزلية: ثنائي ميتيل فورم أميد، محلول سلفوسيانيد الصوديوم ٥٠%، محلول كلور التوتياء ٣٥%.

٣- غزل خيوط البولي أكريلونتريل: يمكننا إجراء الغزل بالطريقتين الجافة والرطبة:

أ- الغزل بالطريقة الجافة: ويتم فيها استخدام محل ثنائي ميتيل فورم أميد، حيث يتم حل المتماثر بدرجة الحرارة العادية ثم نرفع درجة الحرارة حتى ٨٠-٩٠ °م ولمدة ٣-٥ ساعات، ويتطلب تبخير المحل رفع درجة حرارة حجرة الغزل حتى ٤٠٠ °م، ورفع حرارة الهواء المدفوع إلى ٢٠٠ °م، ويتم تجميع أبخرة ثنائي ميتيل فورم أميد ويُعاد العمل من جديد، وتتميز طريقة باير بأن درجة حرارة تشرب الأصبغة يكون هنا بحدود ٩٢-٩٦ °م.

ب- الغزل بالطريقة الرطبة: وتتأثر خواص الخيوط الناتجة هنا بنوعية

المحل المستخدم وطبيعة حوض التخثر، إذ يتوجب علينا اختيار أحواض تخثر لا ينحل فيها المتماثر ولا ينتفخ، لذا فإن استخدام محل ثنائي فورم أميد يستوجب أحواض تخثر تحوي الأغوال، بينما يحتاج محل السلفوسيانيد لحوض تخثر من محاليل سلفوسيانيدات ممددة بتركيز ١٢-١٥% مع الغليسرين، هكسان ثلاثي غليكول مع ثنائي ميتيل فورم أميد، وتكون درجة حرارة حوض التخثر ٩٠-١٠٠°م، ومن الأجدى اقتصادياً إجراء الغزل في أحواض مائية تحوي ٢٠-٢٥% ثنائي ميتيل فورم أميد وبحرارة ١٥-٢٠ °م، أما درجة حرارة تشرب الأصبغة لخيوط هذه الطريقة بحسب باير فيكون عادةً بين ٧٥-٨٥ °م، وحساسيتها للحرارة بتأثير الهواء الحار أو بالتماس المباشر للحرارة أكثر منها للجافة.

تُسحب خيوط متعدد الأكريلونتريل على مرحلتين بدرجة حرارة ٧٠-١٨٠ °م إلى ٦٠٠-٨٠٠% من الطول الأصلي: الأولى عند الدرجة ٨٠-٩٠ °م بمعدل ١٠٠-٢٠٠%، والثانية عند درجة حرارة أعلى من ١٠٠ °م وبمعدل ٢٠٠-٣٠٠% من الطول الأصلي.

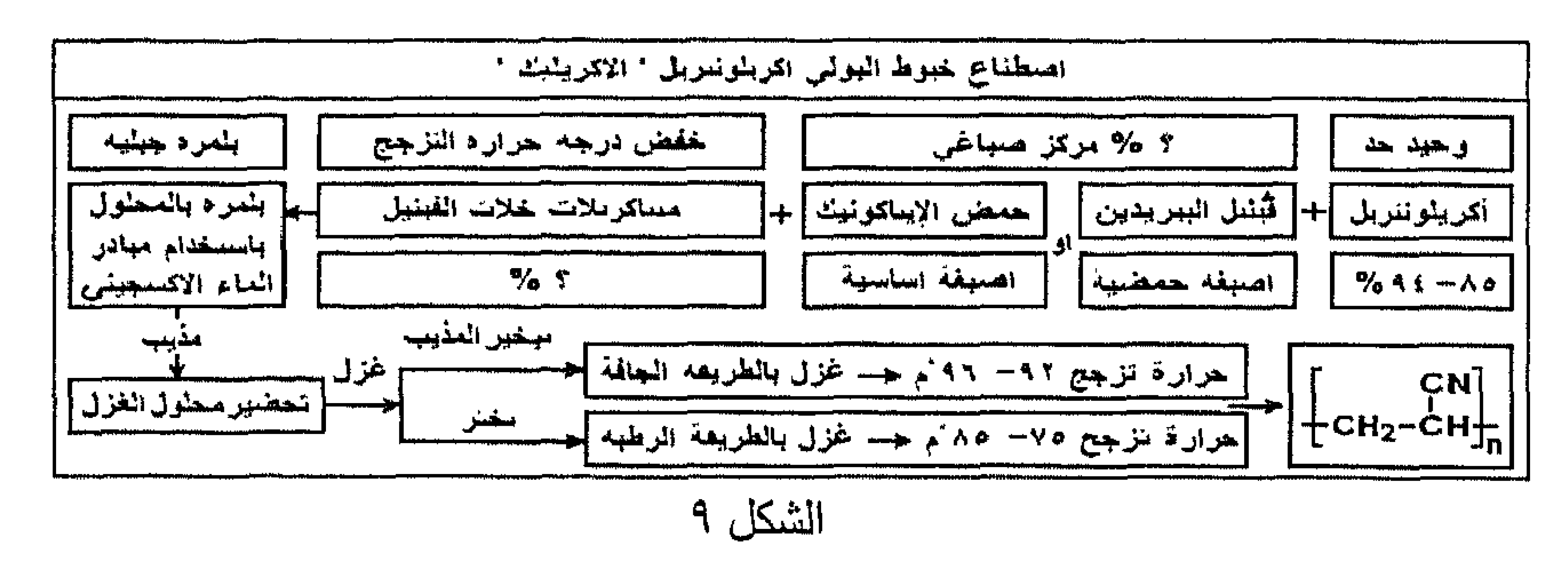
٤- بنية وخواص خيوط البولي أكريلونتريل: يتراوح الوزن الجزيئي لمتعدد أكريلونتريل القادر على إعطاء خيوط نظامية بين ٥٠.٠٠٠-١٠٠.٠٠٠، وتكون لها الصيغة العامة:

$$\left[CH_2-\underset{\displaystyle |}{\overset{CN}{CH}} \right]_n$$

على أن يحوي التركيب - بحسب شركة باير- ما يقرب من ٨٥% أكريلونتريل على الأقل، إذ أنه يحوي كما ذكرنا أحاديات حد تشاركية للتحكم بالخواص النهائية المطلوبة مثل مراكز الصباغ الفعالة والتي نجد منها السالب الشحنة كحمض الإيتاكونيك الذي يستوجب أصبغة موجبة الشحنة أو ٢- ڤينيل البيريدين الذي يتطلب أصبغة سالبة:

٢- ڤينيل البيريدين موجب: أصبغة حمضية سالبة	(حلقة بيريدين N) $-CH=CH_2$	حمض الإيتاكونيك سالب: أصبغة أساسية موجبة	$H_2C=C\langle^{CH_2-COOH}_{COOH}$

ولأحاديات حد يمكنها خفض درجة حرارة التزجج مثل: ميتاكريلات، اكريلات، خلات الفينيل، ونرى في الشكل ٩ مخططاً توضيحياً لمراحل عمليات الاصطناع، ويؤدي نشوء روابط هيدروجينية بين ذرات الكربون وذرات هيدروجين السلاسل المجاورة لتشكل مناطق بلورية تلعب دورها المهم في تحديد الخواص النهائية للخيوط، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط البولي أكريلونتريل.



الشكل ٩

رابعاً : خيوط متعدد ڤينيل كلورايد

١ ـ **المقدمة:** يتم تحضيرها وفق مرحلتي: تحضير ڤينيل كلورايد لنتبعها بالتماثر" البلمرة ".

١ ـ١ـ **تحضير ڤينيل كلوريد:** يتم تحضيره من الأستيلين أو الإيتيلين وفق التفاعلات :

تحضير ڤينيل كلورايد	
من الاستيلين : بضم كلور الهيدروجين	$CH\equiv CH + HCl \rightarrow CH_2=CHCl$
من الايتيلين : بضم الكلور وتكسير الناتج عبر التفاعلين	$CH_2=CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$ $CH_2Cl\text{-}CH_2Cl \rightarrow CH_2=CHCl + HCl$

١ـ٢ـ **عملية التماثر:** ويمكننا إجراءها بطريقتي البلمرة المعلقة أو الاستحلابية بحضور فوق الأكاسيد كمبادرات كالماء الأكسجيني أو فوق أكسيد البنزوئيل، ويستخدم حمض الفوسفور وأملاحه كمنظم لدرجة البلمرة بحيث يكون الوزن الجزيئي للبوليمير الناتج بين ٦٠.٠٠٠-١٥٠.٠٠٠:

$$n\,CH_2=CHCl \rightarrow -[CH_2\text{-}CHCl]_n-$$

٢- غزل خيوط البولي ڤينيل كلورايد: يتم غزله بالطريقتين الجافة والرطبة، وغزله بحالته اللدنة عندما يكون ثابتاً حرارياً، ويستخدم للغزل بالطريقة الجافة مزيج الأسيتون وثنائي كبريت الكربون١:١ أو الأسيتون مع البنزن بنسبة ١:١ أيضاً، أما للغزل بالطريقة الرطبة فنستخدم مذيب رباعي هيدروفوران.

يُعيب خيوط البولي ڤينيل كلورايد ثباتها الحراري المنخفض، ويبدأ الخيط بالتخثر عند درجة حرارة ٧٠-٧٥ °م وبالتالي لا يمكننا معالجة الخيوط في الأحواض عند درجة حرارة الغليان، ويتميز بولي ڤينيل كلورايد المنتظم فراغياً والمحضر بالتماثر بوجود رباعي كلور التيتانيوم بثبات حراري أعلى عند ٤٥-٧٠ °م.

٣- خيوط متعدد ڤينيل كلورايد المكلور: ويقصد بهذه التسمية الخيط الناتج عن رفع نسبة الكلور من ٥٦.٨ % إلى ٦٥ % بإجراء عملية الكلورة بالحالة المعلقة أو بالمحلول عند حرارة ٨٠-١٠٠ °م باستخدام رباعي كلور الإيثان أو كلور البنزن كمذيبات كونها تذيب البوليمير دون أن تتفاعل مع الكلور.

يجفف متعدد ڤينيل كلورايد المكلور جيداً ويُذاب بالأسيتون الجاف ثم يغزل بالطريقة الرطبة بحوض محلول الأسيتون بالماء وأخيراً يتم سحبه على ثلاث مراحل، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط متعدد ڤينيل كلورايد المعروفة باسم روڤيل.

خامساً : خيوط متعدد البروبيلين

١- مقدمة: تتشكل سلسلة البولي بروبيلين من تماثر وحيدات الحد:

$$n\,H_2C{=}\overset{\overset{\large CH_3}{|}}{C}H \longrightarrow \left[\begin{array}{cccccccc} H & CH_3 & H & CH_3 & H & CH_3 & H & CH_3 \\ | & \diagdown & | & \diagdown & | & \diagdown & | & \diagdown \\ -C- & C- & C- & C- & C- & C- & C- & C- \\ | & | & | & | & | & | & | & | \\ H & H & H & H & H & H & H & H \end{array}\right]_n$$

وبالتالي فإن هناك إمكانيات توضع ثلاث للزمرة $-CH_3$ فوق وتحت مستوي السلسلة:

إمكانيات توضع زمرة الميتيل في البولي بروبيلين		
متماثل التركيب: توزع منتظم وللأسفل	Isotactic	$-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-$ $CH_3 \quad CH_3 \quad CH_3 \quad CH_3$
متناوب التركيب: توزع منتظم بين الأعلى والأسفل	Syndiotactic	$CH_3 \quad CH_3$ $-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-$ $CH_3 \quad CH_3$
توزع عشوائي: غير متماثل التركيب	Atactic	CH_3 $-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-$ $CH_3 \quad CH_3 \quad CH_3$

كما نجد المناطق الفراغية Stereoblock والتي تكون عبارة عن مناطق انتقال تامة ما بين مناطق غير متماثل التركيب مع المتماثل، لذا يُمزَج المتماثل مع غير المتماثل في إنتاج خيوط البولي بروبيلين بنسبة ٥%.

٢- **تحضير خيوط البولي بروبيلين:** يتم تحضير متعدد البروبيلين بتقنياتٍ عدة، مستمرة ومتقطعة، والمتقطعة مع وبدون مذيب، ونجد من المذيبات: الهبتان، البنزن ..، وكوسيط: وسطاء زيغلر- ناتا مثل $TiCl_4$ or $TiCl_3$ & $Al(C_2H_5)_3$، وتلعب نسبة مزج الوسيط دورها في تحديد نسبة التبلور " يكون بولي البروبيلين المنتظم فراغياً على شكل بلورات صلبة " وتتراوح نسبة الوسيط عادةً بين ٠.٣-٠.٦ % من وزن المتماثر، وتبدأ عملية التماثر عادةً عند ٢٣-٣٠ °م وتنتهي عند ٦٠-٧٠ °م وتحت ضغط ٤-٥ جو، وتجري تحت جوٍ من الغاز الخامل للحصول على منتج نقي، ثم نخفف الضغط بوصولنا لنهاية عملية التماثر ونرشح المذيب لنعزل المتماثر على شكل مسحوق، ونبدأ عمليات الفصل على أساس عدم قابلية انحلال وحيد الحد بالماء وتفكك الوسيط بالغول.

يًغسل المتماثر بالماء ويجفف ثم يُحَل تحضيراً لعملية الغزل، إذ يمكننا حله عندما يكون منتظماً فراغياً بمجموعةٍ من المحلات منها: التترالين، الديكالين ... وبتركيزٍ للمتماثر يصل حتى ٣٠%، ويمكننا تبخيرها بتيار هواء ساخن بحرارة ١٥٠-٢٠٠ °م في حجرة الغزل بالطريقة الجافة.

ويمكننا لتطبيق عملية الغزل بالطريقة الرطبة استخدام حوض تخثر يحوي الغول والأسيتون وبالتالي فإنها لن تكون اقتصادية، وهذا ما يدفعنا لغزله من

الصهارة وبالتالي سنحتاج لتجهيزات غزل تلائم درجات الحرارة العالية بإضافة مضخة حلزونية مسخنة حتى ٢٣٠ °م، ويسحب المتماثر المغزول من ٤٠٠-٨٠٠ % من طوله الأصلي، ومن ثم تثبت الخيوط حرارياً برفع درجة حرارتها حتى ١٠٠ °م ولمدة ٣٠ دقيقة ما يستدعي إضافة بعض مضادات الأكسدة خوفاً من تلف الخيوط بالأكسجين الجوي، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص هذه الخيوط المعروفة تجارياً باسم ميراكلون.

سادساً : خيوط متعدد الإيتيلين

١- المقدمة: يتم تحضير هذه الخيوط من تماثر الإيتيلين وفق التفاعل:

$$n\ CH_2=CH_2 \rightarrow -[CH_2-CH_2]_n-$$

٢- تحضير خيوط البولي إيتيلين: يتم تحضير خيوط بولي الإيتيلين الخطي البنية بتماثر الإيتيلين تحت ضغط يتراوح بين ١-٦ جو وباستخدام وسيط مثل زيغلر- ناتا كثلاثي ألكيل الألمنيوم ورباعي كلور التيتانيوم، وتغزل حبيباته بطريقة مشابهة لطريقة غزل البولي بروبيلين، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص هذه الخيوط التي يتم تسويقها تحت اسم كورلين.

سابعاً : خيوط متعدد فينيل الأغوال

١- المقدمة: يَشتق متعدد ڤينيل الأغوال من الغول الفينيلي، أي من التفاعل النظري:

$$n\ CH_2=\underset{OH}{\underset{|}{CH}} \longrightarrow -[\ CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}\ ]_n-$$

٢- تحضير متعدد فينيل الأغوال: يتم تحضير خيوط متعدد ڤينيل الأغوال Poly vinyl alcohols بحلمهة متعدد ڤينيل أسيتات بتصبينها بوسط حمضي أو قلوي:

$$-\underset{OCOCH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OCOCH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OCOCH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OCOCH_3}{\underset{|}{CH}}- \xrightarrow[OH\ \text{أو}\ H]{H_2O} -\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-$$

وتتم عملية الحلمهة في محلول الميتانول بوجود ماءات الصوديوم عند درجة

حرارة ٣٠°م وخلال ١٠-١٥ دقيقة وبوجود ماءات الصوديوم.

ويتم غزل خيوطه من المحلول المائي لحوض تخثر يحوي ٠.٥- ٢% وزناً من كبريتات الصوديوم ثم تسحب الخيوط بمعدل ٤٠٠-٦٠٠ % من طولها الأصلي.

تتم معالجة متعدد ڤينيل الغول مع الفورم ألدهيد ثم تجفف عند ٢٠٠-٢٢٠ °م لربط الزمر الهيدروكسيلية في ذات السلسلة أو بين السلاسل بروابط ميتيلينية وفق التفاعل :

$$-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}- \xrightarrow{HCHO} -CH_2-\underset{CH_2-O-CH_2}{\underset{|\quad\quad\quad|}{CH-CH_2-CH}}-$$

$$\begin{matrix}-CH_2-CH-CH_2-CH- \\ \quad | \quad\quad\quad\quad | \\ \quad OH \quad\quad\quad OH \\ \quad OH \quad\quad\quad OH \\ \quad | \quad\quad\quad\quad | \\ -CH_2-CH-CH_2-CH-\end{matrix} \xrightarrow{2\,HCHO} \begin{matrix}-CH_2-CH-CH_2-CH- \\ \quad | \quad\quad\quad\quad | \\ \quad O \quad\quad\quad\quad O \\ \quad\quad >CH_2 \quad\quad >CH_2 \\ \quad O \quad\quad\quad\quad O \\ \quad | \quad\quad\quad\quad | \\ -CH_2-CH-CH_2-CH-\end{matrix}$$

ومن الضروري أن تكون درجة أستلة الخيوط بحدود ٤٠ %، ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط متعدد ڤينيل الأغوال المعروفة تجارياً باسم ڤينيلون.

ثامناً : خيوط متعدد الأوريتان

١- **المقدمة:** تتميز خيوط البولي أوريتان بخواصها المطاطية المشابهة للمطاط الطبيعي أو المطاط التركيبي " البونا " في مرونتها مع مقاومةٍ أعلى للعوامل الجوية والاحتكاك وإمكانيات سحب لخيوط رفيعة وناعمة جداً وهذا ما لا يمكن أن يحققه المطاط الطبيعي.

٢- **اصطناع الخيوط المطاطية:** يتم اصطناع الخيوط المطاطية من البولي أوريتان بنسبة ٨٥%، ويتم تحضير البولي أوريتان من تماثر وحيدي حد: أولهما ثنائي الوظيفة الغولية مثل رباعي ميتيلين غليكول، وثانيهما إيزو سيانات مثل سداسي إيزو سيانات:

$$n\ OCN\text{-}R_1\text{-}NCO + n\ HO\text{-}R_2H \rightarrow [\text{-}CO\text{-}NH\text{-}R_1\text{-}NH\text{-}CO\text{-}O\text{-}R_2\text{-}O\text{-}]_n$$

أو

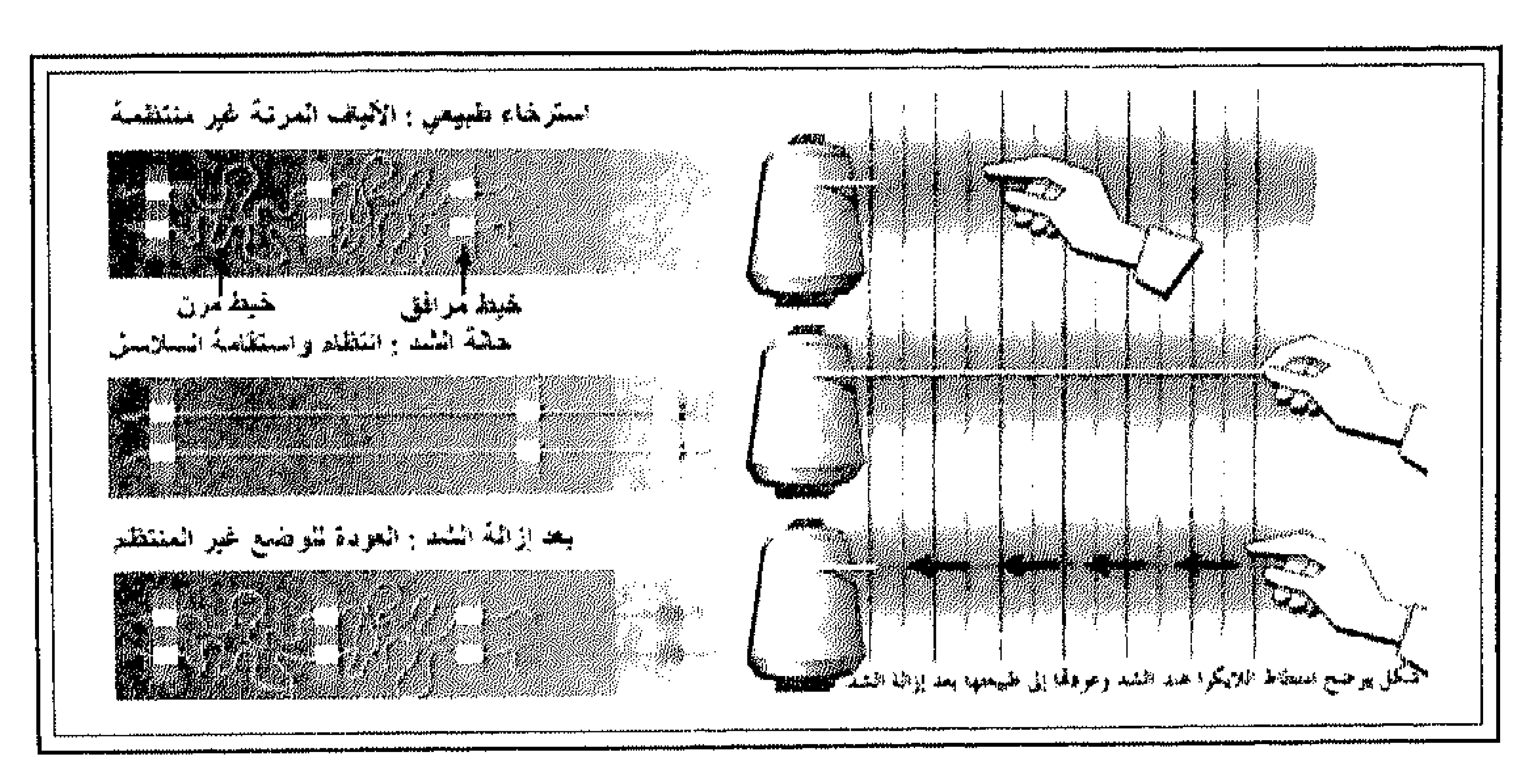
$$n\ HO(CH_2)_4OH + OCN(CH_2)_6NCO \rightarrow [\text{-}O(CH_2)_4OOCNH(CH_2)_6NHCO\text{-}]$$

أو بولي بوتيلين غليكول ثنائي ايزو سيانات :

$$\begin{array}{cccccccccccccccccc}
 & & H & H & H & H & H & H & & O & & H & H & H & H & & O & \\
 & & | & | & | & | & | & | & & \| & & | & | & | & | & & \| & \\
\text{-[-}N & - & C & C & C & C & C & C & \text{-}N\text{-} & C & \text{-}O\text{-} & C & C & C & C & \text{-}O\text{-} & C & \text{-]}_n\text{-} \\
 & & | & | & | & | & | & | & & & & | & | & | & | & & & \\
 & & H & H & H & H & H & H & & & & H & H & H & H & & &
\end{array}$$

ويتم تفاعل التكاثف إما في الصهارة أو بالمحلات كأحادي كلور البنزن عند الدرجة ٢٠٠°م، ومن ثم يغزل من الصهارة ويسحب على البارد.

وتتميز خيوط اللايكرا بمرونتها " لوجود ذرة أكسجين في السلسلة " وقابليتها للامتطاط عند تعرضها لإجهاد الشد وعودتها لأصلها عند رفع الإجهاد المطبق كما يبين الشكل ١٠:



الشكل ١٠

ونرى في الجدول ٢٢ أهم خواص خيوط البولي أوريتان المعروفة باسم اللايكرا.

الجدول ٢٢

الخيط والخواص		بولي استر Terylen	بولي أميد ٦	بولي أميد ٦٦	الاكريليك Orlon	بولي فينيل كلورايد Rhovyl	بولي بروبيلين Meraclon	بولي ايتيلين Courlene	بولي فينيل الأغوال Vinylon	بولي أوريتان Lycra
خواص بعض الخيوط التركيبية " عن الألياف النسيجية والصباغة، د. منجد، د. هاشم – جامعة دمشق "										
قوة الشد	جاف كغ/دنيير	١٨-٢٢.٥	١.٨-٢.٢٥	٢	٠.٨٦-١	١.٢-١.٣٥	٢.٥-٢.٩٤	٠.٤-١.٣٦	١.٣٤-٢.٢	٠.٢٨
	مبلول كغ/م٢	١٥-٢٠	١.٥-٢	٣.٦-٤	٠.٧-٠.٨٥					
الاستطالة %	جاف	١٥-٣٠	٢٤-٣٢	٢٥-٤٠	٢٥	٢٣	٢٠-٢٦	٢٠-٤٠	١٥-٢٦	
	مبلول		٢٨-٣٧	٣٠-٥٠					١٦-٢٧	
زاوية الالتواء الحرجة		٤٠-٤٨ ٥	٣٣.٣٣-٤٢.٣٠	٣٣-٤٢.٣٠	٦٠-٦١.٣٠	٥٥.١٠				
الوزن النوعي : كغ/م٣		١.٣٨	١.١٤		١.١٧	١.٤		٠.٩٢	١.٢٦-١.٣	١.٢١
الرطوبة %	القياسية	٠.٤	٤-٥	٤.١	١.٥		٠.٠٥	٠		١.٣
	العادية		٥-٧.٥	٤.٥						
الحرارة النوعية حريرة/غ/°م		٠.٣٢	٠.٤	٠.٣٤٥		٠.٢٥	٠.٤٦			
الناقلية الكهربائية حريرة/غ/سم/°م		٠.٠٠٠٢	٠.٠٠٠١٧	٠.٠٠٠٥٩		٠.٠٠٠٣٩	٠.٠٠٠٠٢١			
ثابت العزل الكهربائي		٣.١٧	٣.٥-٤.٦	٤	٦.٥		٢.١			
درجة التماثر		١٠٠-١٥٠	١٠٠-٢٠٠	٥٠-١٠٠	١٠٠٠-٢٠٠٠	٢٥٠				
اللون		أبيض	أبيض	أبيض	أبيض إلى أصفر فاتح	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض	أبيض إلى شفاف

البحث الرابع

تنمير الألياف والخيوط

تعريف النمرة: وحدة قياسية لنسبة طول معين من الألياف أو الخيوط ووزنها بما يدلل على درجة نعومتها.

١ ـ **النمر القديمة للألياف:** عرفت سابقاً نمرتان أساسيتان:

١ـ١ـ النمرة المترية N_m: وتساوي الطول مقدراً بالمتر / الوزن مقدراً بالغرام.

١ـ٢ـ النمرة الانكليزية N_e: وتساوي الطول مقدراً باليارد / الوزن مقدراً بالليبرة.

وتعرف النمرة الانكليزية منسوبة للشلة على أنها: عدد الخيوط المصفوفة بجانب بعضها البعض وبشكل متوازي مستطيلات لطول انش واحد، أي أن:

النمرة الانكليزية N_e = ل " انش أو ٢٥.٤ مم " / نصف قطر الخيط : مم

٢ ـ **النمر الحديثة للألياف:** تقسم نمر الغزل بطريقتين: وزنية وطولية:

٢ـ١ـ الطريقة الوزنية:

٢ـ١ـ١ـ التكس: يتميز هذا النظام بمضاعفاته وأجزائه على الشكل:

التكس Tex: وهي الوحدة الأساسية، ويساوي غرام واحد من المادة على ١٠٠٠ م، ويستعمل مع الخيوط المفردة والمزدوجة القطنية والصوفية.

الميلي تكس m.Tex: ميلي غرام لطول ١٠٠٠ م، ويستعمل للألياف الحريرية الناعمة جداً.

الديمي تكس D.Tex: غرام لطول ١٠.٠٠٠ م، ويستعمل مع الألياف الرفيعة كالحرير والخيوط الكيماوية.

الكيلوتكس K.Tex: كيلوغرام واحد لطول ١٠٠٠ م، ويستعمل لأشرطة الكرد والسحب.

الكيلو تكس K.Tex = ١ كيلو غرام / ١ كيلو متر

٢-١-٢- التيتر Titer: يستخدم نظام التنمير العالمي هذا للألياف الدقيقة جداً وخاصة في مجال الخيوط التركيبية حتى غدت مصطلحاً دولياً، ويطلق عليها أيضاً اسما الدنيير Denier والدنية Denye، ويعرف التيتر على أنه وزن غرام واحد بطول ٩٠٠٠ متر.

الدنيير = الدينة = التيتر = ١ غرام / ٩٠٠٠ متر

ونجد من مشتقات هذه النمرة:

اسكتش تيتر Iscotsch Titer = T_s: وتستعمل للألياف المعدنية الدقيقة جداً واستعمالاتها محدودة وقليلة، وتعرف على أنها وزن ليبرة واحدة لطول ١٤.٤٠٠ يارد:

اسكتش تيتر T_s = ١ ليبرة / ١٤.٤٠٠ يارد = ٤٥٣.٦ غرام / ١٣.١٦٧ متر

٢-٢- الطريقة الطولية N_m: وتشمل كما ذكرنا النمر المترية والانكليزية والفرنسية والأمريكية.

٢-٢-١- النمرة المترية: وهي النمرة التي يُنسب من خلالها طول: الكيلومتر، المتر، الميلي متر إلى الكيلوغرام، الغرام، الميلي غرام على الترتيب، وأكثر ما يشيع استخدامه في الغزول القطنية الصوفية والكتانية لسهولة تحويل وحداته وتقسيماتها:

الوحدة المترية N_m = ١كم / ١ كغ = ١ م / ١ غ = ١ ملم / ١ مغ

٢-٢-٢- النمرة الانكليزية: وهي نسبة الطول للوزن، وتتميز بتنوع وحداتها بتنوع مادة الألياف، ويرمز لها بـ N_m مع إضافة حرفٍ آخر للدلالة على المادة الأولية للألياف:

آ- نمرة الألياف القطنية N_{eb}: وهي نسبة طول ٨٤٠ يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف القطنية N_{eb} = ٨٤٠ يارد / ١ ليبرة = ٧٨٠ متر / ٤٥٣.٦ غرام

ب- نمرة الألياف الصوفية N_{ew}: وهي نسبة ٢٥٦ يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف الصوفية N_{ew} = ٢٥٦ يارد / ١ ليبرة = ٢٣٤ متر / ٤٥٣.٦ غرام

ج- نمرة الألياف الصوفية الرفيعة N_{ek} : وهي نسبة طول ٦٥٠ يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف الصوفية الرفيعة N_{ek} = ٦٥٠ يارد / ١ ليبرة = ٥١٢ متر / ٤٥٣.٦ غرام

د- نمرة الألياف والخيوط التركيبية N_{el}: وهي نسبة ٣٠٠ يارد لوزن ليبرة واحدة:

الوحدة الألياف والخيوط التركيبية N_{el} = ٣٠٠ يارد / ١ ليبرة = ٢٧٤ متر / ٤٥٣.٦ غرام

٢-٢-٣- <u>النمرة الفرنسية N_f:</u> وهي نسبة طول ١٠٠٠ متر لوزن ٥٠٠ غرام، وتستعمل للألياف القطنية:

النمرة الفرنسية N_f = ١٠٠٠ متر / ٥٠٠ غرام

٢-٢-٤- <u>النمرة الامريكية N_a:</u> وهي نسبة طول ١٠٠ يارد لوزن ليبرة واحدة، وتستعمل للألياف المعدنية والأسبست والزجاج وغيرها:

النمرة الأمريكية N_a = ١٠٠ يارد / ١ ليبرة = ٩١.٤ متر / ٤٥٣.٦ غرام

الجدول ٢٣

<table>
<tr><td colspan="6">الواحدات العالمية المعتمدة لتنمير الألياف الطبيعية والخيوط الصنعية</td></tr>
<tr><td rowspan="2">النمر القديمة</td><td colspan="2">المترية N_m</td><td colspan="3">الطول " متر " / الوزن " غرام "</td></tr>
<tr><td colspan="2">الانكليزية N_e</td><td colspan="3">الطول " يارد " / الوزن " ليبرة "</td></tr>
<tr><td rowspan="13">النمر الحديثة</td><td rowspan="6">الوزنية</td><td rowspan="3">التكس Tex</td><td rowspan="3">١ غ / ١٠٠٠ م</td><td>ميلي تكس</td><td>١ ملغ/١٠٠٠ م</td></tr>
<tr><td>ديمي تكس</td><td>١ غ/ ١٠.٠٠٠ م</td></tr>
<tr><td>كيلو تكس</td><td>١ كغ / ١٠٠٠ م</td></tr>
<tr><td>التيتر Titer</td><td rowspan="3">١ غ/ ٩٠٠٠ م</td><td rowspan="3">اسكتش تيتر
Iscotsch Titer: T_e</td><td rowspan="3">١ ليبرة / ١٤.٤٠٠ يارد</td></tr>
<tr><td>الدنيه Denye</td></tr>
<tr><td>الدنيير Denier</td></tr>
<tr><td rowspan="7">الطولية</td><td>المترية N_m</td><td colspan="3">١ كم / ١ كغ أو ١ م / ١ غ أو ١ ملم / ١ ملغ</td></tr>
<tr><td rowspan="4">الانكليزية N_e</td><td>القطنية N_{eb}</td><td colspan="2">٨٤٠ يارد / ١ ليبرة أو ٧٨٠ م / ٤٥٣.٦ غ</td></tr>
<tr><td>الصوفية N_{ew}</td><td colspan="2">٢٥٦ يارد / ١ ليبرة أو ٢٣٤ م / ٤٥٣.٦ غ</td></tr>
<tr><td>الصوفية الرفيعة N_{ek}</td><td colspan="2">٦٥٠ يارد / ١ ليبرة أو ٥١٢ م / ٤٥٣.٦ غ</td></tr>
<tr><td>الصنعية N_{el}</td><td colspan="2">٣٠٠ يارد / ١ ليبرة أو ٢٧٤٠ م / ٤٥٣.٦ غ</td></tr>
<tr><td>الفرنسية N_f</td><td colspan="3">١٠٠٠ م / ٥٠٠ غ</td></tr>
<tr><td>الامريكية N_a</td><td colspan="3">١٠٠ يارد / ١ ليبرة أو ٩١.٤ متر / ٤٥٣.٦ غرام</td></tr>
</table>

الجدول ٢٤

جدول تحويل نمرة التكس TEX : مقدرةً بالغرام / كيلومتر

Decitex	Denier	Jute	Linen WET SPUN	Metric	Worsted	Woollen "YSW "	English Coton	TEX
ديسي تكس	دنية	جوت	كتان	المترية	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكس
10								1.0
15	13.5							1.5
20	18							2
30	27						196	3
40	36			250			147	4
50	45			200			117	5
60	54			165			98	6
70	62			145			84	7
80	72			125			74	8
100	90			100	88		58	10
150	135		110	67	59		39	15
200	179		83	50	45	97	29.5	20
500	455		19.8	17.5	38.5	11.6	11.7	50
600	541		27.2	18.5	14.6	32	9.8	60
700	640		23.4	14.1	12.5	27.5	8.4	70
800	720		20.6	12.5	12	24	7.4	80
900	820		18.2	11	9.8	21.4	6.5	90
1000	910		16.4	10	8.8	19.3	5.8	100
2000	1800	5.8	8.2	5	4.4	9.6	2.9	200
3000	2700	8.6	5.5	3.3	2093	6.42	1.95	300
4000	3600	11.5	4.2	2.5	2.2	4.85	1.46	400
5000	4500	14.5		2	1.75	3.85	1.17	500
6000	5400	17		1.67	1.47	3.22	0.98	600
8000	7200	23		1.25	1.1	2.4	0.74	800
9000	8500	25.8		1.12		2.15	0.66	900
10.000	9000	28.5		1				1000

جدول تحويل النمرة المترية METRIC : مقدرةً بكيلو غرام / كيلومتر								
Decitex	Denier	Jute	Linen WET SPUN	Worsted	Woollen " YSW "	English Coton	Tex	METRIC
ديسي تكس	دنية	جوت	كتان	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكس	المترية
10.000	9000	29					1000	1
2000	1800	5.75	8.3	4.4	9.7	2.94	200	5
1670	1500	4.8	9.9	5.6	12	3.5	167	6
1440	1280	4.1	11.5	6.2	13.5	4.2	144	7
1250	1125	3.56	13.2	7.1	15.6	4.75	125	8
1120	1000	3.2	14.8	8	17.4	5.3	112	9
1000	900		16.5	8.8	19.3	5.82	100	10
670	600		24.5	13.2	29	8.8	67	15
500	450		33	17.6	29	11.7	50	20
200	180		83	44	97	29.5	20	50
166	150		100	53		35.4	16.6	60
144	128		115	62		41	14.4	70
125	112		132	71		47	12.5	80
110	100		150	80		53	11	90
100	90			88		59	10	100
50	45					117	5	200
33	30					176	3.3	300

جدول تحويل نمرة الدنيير DENIER : مقدرةً بغرام / ٩٠٠٠ متر								
Decitex	Jute	Linen WET SPUN	Metric	Worsted	Woollen " YSW "	English Coton	Tex	DENIER
ديسي تكس	جوت	كتان	المترية	غزل صوفي	الصوفية	قطن انكليزية	تكس	دنيير
11							1.1	10
16.5							1.65	15
22							2.2	20
56			180			105	5.6	50
112		150	90			53	11.2	100
220		74	45		87	26.5	22	200
335		49	30		58	17.5	33.5	300
440		37	22.5		44	13.3	44	400
560		29.5	18		35	10.5	56	500
670		21.5	15		29	8.8	67	600
780		21	12.8	400	25	7.6	78	700
900		18.5	11.2	350	22	6.6	89	800
1000		16.4	10	310	19.5	5.9	100	900
1100	3.15	15	9	280	17.5	5.4	110	1000
1650	4.75	10	6	186	11.6	3.55	165	1500
2200	6.4	7.4	4.5	140	8.7	2.65	320	2000
3350	9.5	5.1	3	92	5.8	1.76	335	3000
4500	12.6		2.25	70	4.4	1.34	450	4000
5500	15.8		1.8	56	3.5	1.06	550	5000
6600	19		1.5	46.5	2.9	0.9	660	6000
7800	22		1.3	40	2.5	0.76	780	7000
8800	25.5		1.12		2.2	0.66	880	8000
10.000			1				1000	9000

البحث الخامس

تحليل الخيوط والألياف

١- المقدمة: يعتبر تحليل الألياف واحداً من أهم العلوم التي يتوجب أن يتمكن منها العاملون في حقل النسيج والصباغة، فالجهل بتحديد هوية ألياف نسيج ما قد يؤدي لتخربه إثر عمليات الصباغة والتجهيز النهائي، فوجود خيوط البولي أميد ممزوجاً بأنواع أخرى قد يؤدي لانحرافاتٍ ظاهرة في الألوان المطلوبة كونها تتشرب معظم أنواع الأصبغة مسببةً خللاً في نسب الأصبغة الموضوعة، ويذوب الصوف الممزوج مع القطن في حمامات الأصبغة الفعالة التي تستوجب إضافة ماءات أو كربونات الصوديوم، وتنصهر خيوط الاكريليك عند التحضير بدرجات الحرارة العالية الجافة.

لذا فقد وُضعَت تقنيات مختلفة لتحليل الأنسجة على أساس ردود أفعال الألياف تجاه عمليات: الحرق، التقطير الجاف، الصباغة، التميّع، الفحص المجهري، الإذابة.

٢- طريقة الحرق: تتباين مظاهر عملية الحرق بين أنواع الألياف في اشتعالها وتميعها وشكل اللهب والرائحة ومخلفات الاحتراق وعلى الشكل المبين في الجدول ٢٥:

الجدول ٢٥

مظاهر حرق أهم الألياف والخيوط	
عن المشروع ١ : د. شلاح وزملاؤه بجامعة دمشق	
النوع	مظاهر الحرق
قطن ، قطن مؤستل ، فيسكوز ، حرير النحاس النشادري ، ألياف نباتية ، كتان	اشتعال برائحة الورق ودون كرات
صوف ، حرير طبيعي	اشتعال برائحة الشعر ودون كرات
حرير مُحَمّل	اشتعال برائحة الشعر مخلفاً هيكلاً من الرماد
احتراق أسيتات	يشتعل برائحة الخل مع تشكيل كرات سهلة السحق بالأصابع وتنكمش من اللهب
الجينات	يحترق تاركاً هيكلاً من رماد أكسيد الكالسيوم الأبيض
بولي أميد ، بولي استر	يشتعل مشكلاً كرات قاسية صعبة السحق بالأصابع وتنكمش من اللهب
بولي ڤينيل كلوريد	ينصهر دون أن يلتهب
بولي أكريلو نتريل	يشتعل مشكلاً كرات سوداء سهلة السحق بالأصابع وتنكمش من اللهب

عن الاختبارات النسيجية للدكتور كميليو مقدسي				
النوع	المظهر	اللهبة	الرائحة	المخلفات
سيليلوز طبيعي	يشتعل	بارقة	احتراق الورق	رماد أبيض
صوف ، حرير طبيعي	يشتعل	متطايرة	احتراق العظم	حبيبات سوداء مسامية
حرير مُحَمَل	يشتعل	متطايرة	احتراق العظم	هيكل من الرماد
أسيتات	يتميع	بارقة تنطفيء	حمضية مخرشة	حبيبية مسامية
ألجينات	يشتعل	بارقة تنطفيء	احتراق الورق	هيكل رماد أبيض
بولي أميد	يتميع	بارقة تنطفيء	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي استر	يتميع	قصيرة مشحورة	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي ڤينيل كلوريد	يتميع	مشحورة تنطفيء	مخرشة	حبيبية سوداء قاسية
بولي ڤينيليدين كلوريد " ساران "	يتميع	بارقة تنطفيء ، لا تشحور	مخرشة	حبيبية سوداء قاسية
بولي أكريلو نتريل	يتميع	مشحورة ، لا تنطفيء	احتراق السكر	حبيبية سوداء قاسية
بولي ڤينيل أسيتال	يتميع	قصيرة بارقة ، لا تشحور لا تنطفيء	احتراق السكر	كرة بيضاء
بولي الايتيلين	يتميع	قصيرة ، تشحور ، لا تنطفيء	احتراق الشمع	كرة زجاجية صافية
بولي رباعي فلور الكربون	يتميع	قصيرة ، بارقة ، لا تنطفيء	مخرشة	-

٣- طريقة التقطير الجاف: توضع العينة في انبوب اختبار جاف وتسخن بحذر، وتوضع على فتحة الانبوب ورقة عباد الشمس أو ورقة خلات الرصاص ونراقب تغير اللون بحسب الجدول ٢٦:

الجدول ٢٦

تحليل الألياف بطريقة التقطير الجاف	
النوع	الملاحظ
سيليلوز طبيعي، ثنائي وثلاثي الخلات، بولي ڤينيل كلوريد الأغوال، بولي ايتيلين، بعض أنواع الاكريليك الحمضية، ألجينات، بولي استر	أبخرة حمضية وانقلاب لون ورقة عباد الشمس من أزرق إلى أحمر
صوف، حرير طبيعي، ألياف بروتينية، بولي أميد بعض أنواع الاكريليك القلوية	أبخرة قلوية وانقلاب لون ورق عباد الشمس من أحمر إلى أزرق
صوف، ألياف بروتينية	تسود خلات الرصاص
يُشترَط لصحة النتيجة أن تكون العينة نظيفة ومن مادة واحدة	

٤- اختبار التلطيخ أو الصباغة بأصبغة الاختبار: ينجح هذا الاختبار مع العينات البيضاء أو الفاتحة، ويتم الاختبار بإحدى المجموعات الصباغية المعروفة تجارياً بأسماء مثل: Karminazurol, Neocarmn W, MS,

Shiralastain A, D, E، ويُستحسن أولاً تنظيف العينة بغسلها بالإيتر أو رباعي كلور الكربون.

وكمثال تطبيقي نأخذ بصبغة Shir-A ونطبقها بدرجة حرارة الغرفة على العينة لمدة دقيقة واحدة ثم نغسل جيداً بالماء ونعصرها باليد ونراقب اللون ونقارنه مع لوحة الدليل الخاصة المبينة في الجدول ٢٧.

الجدول ٢٧

نتائج اختبار التلطيخ " التبقيع " بحسب صبغة الاختبار Shir - 1	
اللون	نوع الألياف أو الخيوط
أبيض	بولي ڤينيل كلوريد ، بولي ڤينيليدين كلوريد ، كوبوليمير من كلور مع البولي أكريلو نتريل
كريم إلى أصفر	نايلون : اختبار الحرارة العالية نحاسي إلى بني
أصفر	صوف : اختبار الحرارة العالية أصفر فاتح أو نحاسي فاتح إلى بني
أصفر برتقالي	ألياف بروتين مجددة ، كازئين أو أنواع بروتينية
بني	حرير طبيعي وبعض الألياف النباتية
أخضر مصفر	أسيتات السيليلوز
أزرق محمر	ڤيسكوز
أزرق فاتح	حرير النحاس النشادري
قرنفلي مصفر	الجينات
وردي	اكريليك
برتقالي محمر أو أزرق محمر	حرير محمل " بحسب التحميل "
بني غامق جداً	حرير خام
أرجواني فاتح	قطن
بنفسجي	قطن ممرسر
ارجواني فاتح	قنب
ذهبي إلى بني	جوت
يعطي الصوف المكلور لوناً أصفر بني على البارد وأسود على الساخن	
التيفلون نفسه بني اللون لذا فإنه لا يتلطخ	

وعلى هذا المبدأ نجد لكل مجموعة وصفاً لطريقة التطبيق وشروطها ولوحة دليل ألوان خاصة بها تمكننا من معرفة نوعية الألوان، وأصعب ما يواجهنا في هذه الطريقة الألياف الممزوجة، فوفق لوحة الدليل السابقة سيعطينا الصوف لوناً أصفر، وسيعطينا الحرير اللون البني، وبالتالي فإن العينة الممزوجة منهما ستعطينا اللون الذهبي إلى البني دليل الجوت، علاوة عن أن

لكليهما أبخرة قلوية تقلب لون عباد الشمس إلى الأزرق، ومظهر حرق واحد وبهذا فإنهما يختلفان عن الجوت في تجربتي الحرق والتقطير.

٥- طريقة درجة التميع: تستخدم هذه الطريقة عادةً مع الخيوط التركيبية التي لها نقطة تميع، وتستلزم مجهراً وحامل عينة وميزان حرارة دقيق، وتعتمد على كسر العينة للضوء المستقطب عند تميعها، وهذا ما يساعدنا على تحديد نقطة التميّع عندما يجهز المجهر بضوء مستقطب، ونرى في الجدول ٢٨ درجات حرارة تميع بعض الخيوط التركيبية:

الجدول ٢٨

درجات حرارة تميع بعض الخيوط التركيبية			
الخيط	درجة التميع المئوية	الخيط	درجة التميع المئوية
بولي أميد ٣	٢٤٥.٥	بولي استر : فيرون	٢٣٧
بولي أميد ٦	٢١٥	بولي استر : غريلين	٢٢٩
بولي أميد ٦٦	٢٥٠	بولي استر : كورل	٢٨٢
بولي أميد ١١ : ريكسان	١٨٥-١٨٠	بولي بروبيلين	١٦٥-١٥٥
بولي أميد ١٢	١٧٥-١٧٢	بولي ايتيلين ضغط عالي	١١٠-١٠٥
بولي استر : ديولين ، ترفيرا	٢٥٥	بولي ايتيلين ضغط منخفض	١٣٥-١٢٥

٦- اختبار الفحص المجهري :

أ- الاختبار الطولي : تؤخذ مجموعة ألياف وترصف بشكل طولي أمام بعضها دون تقاطع ، وتكبر ٣٠٠ مرة ونقارنها مع المعطيات التالية :

الصوف وشعر الماعز	تظهر مباشرةً من خلال حراشفها المتراكبة
القطن	يظهر بشكل ألياف منبسطة ومتمددة أو ملفوفة
الخيوط التركيبية	تظهر على شكل اسطواني أملس وأحياناً محزز أو مقلم ، وأحياناً غير مميزة

ب- الاختبار العرضي: من الضروري التنويه أولاً إلى أن القطع العرضي يستلزم جر سكين القطع وليس ضغطها بتجهيزات خاصة تسمى ميكروتوم لنتمكن من الحصول على سماكات شرائح تصل إلى بضعة ميكرومترات فقط، وتتميز الألياف من خلال مشهد المقطع المبين في الجدول ٢٩:

الجدول ٢٩

اختبار الفحص المجهري	
المقطع	النوع
مدور أو حلقي	زجاج ، نايلون ، حرير النحاس النشادري ، تفلون ، اكريليك " كرسلان "، بولي استر " تيرلين وداكرون "
مدور مع تنقير	ألياف بروتينية مجددة مثل الكازئين
مدور اهليلجي	صوف
تسنن حاد	ڤيسكوز
تسنن غير منتظم	ألجينات
كرتين مرتبطتين ببعضهما	ڤينون N " كوبوليمير من كلور ڤينيل مع الأكريلونتريل " ، دينيل " كوبوليمير من كلور ڤينيل مع الأكريلونتريل المثبت " ، ڤيريل " اكريليك معدل ومثبت "
مدورة تقريباً	بولي كلور ڤينيليدين " ساران "
ثنائي أو ثلاثي أو رباعي الفصوص	أسيتات السيليلوز
مثلثي مع زوايا مدورة	حرير طبيعي ، انترون " بولي أميد ٦ "
انبوبي ملتف	قطن
كلوي الشكل	بولي ڤينيل الأغوال " ڤينيلون "، بولي ڤينيليدين ثنائي سيانيد مثبت

٧- طريقة المذيبات: تقوم هذه الطريقة على قابلية بعض الألياف والخيوط الصنعية والتركيبية للذوبان في كاشف كيماوي بشروط محددة دون بعضها الآخر كما نجد في الجدول ٣٠:

الجدول ٣٠

قابلية بعض الألياف الطبيعية والخيوط الصنعية والتركيبية للذوبان	
حمض الكبريت المركز البارد	سيليلوز طبيعي ومجدد ، حرير طبيعي مجدد ، ألجينات، أسيتات ٢.٥ /٣ ، بولي أميد ١١/٦٦/٦ ، بولي استر ، بولي اكريليك بولي ڤينيل الغول ، بولي الأوريتان
حمض الكبريت المركز الساخن	يذيب جميع الألياف والخيوط باستثناء : بولي الإيتيلين ، بولي رباعي فلور الإيتيلين
حمض كلور الماء البارد	أسيتات ٢.٥ ، بولي الأميد ٦٦/٦ ، بولي ڤينيل الغول
حمض كلور الماء الساخن	حرير طبيعي مجدد، أسيتات ٢.٥ /٣ ، بولي الأميد ٦٦/٦ ، بولي ڤينيل الغول

حمض الآزوت المركز البارد	أسيتات ٢.٥ /٣ ، بولي الأميد ٦٦/٦ ، بولي ڤينيل الغول
حمض الخل الثلجي البارد	أسيتات ٢.٥
حمض الخل الثلجي الساخن	أسيتات ٢.٥ /٣ ، بولي الأميد ١١ ، بولي الأوريثان
حمض النمل المركز البارد	أسيتات ٢.٥ ، بولي الأميد ٦٦/٦ ، بولي ڤينيل الغول
حمض النمل المركز الساخن	أسيتات ٢.٥ /٣ ، بولي الأميد ٦٦/٦ /١١ ، بولي ڤينيل الغول ، بولي الأوريثان
الأسيتون البارد	أسيتات ٢.٥ ، بولي الأميد ٦٦/٦
الأسيتون الساخن	أسيتات ٢.٥
ثنائي كلور الميثان البارد	أسيتات ٣
ثنائي كلور الميثان الساخن	أسيتات ٣ ، بولي ڤينيل الغول
رابع كلور الكربون الساخن	بولي الإيتيلين
الكلوروفورم البارد	أسيتات ٣
الكلوروفورم الساخن	أسيتات ٣
البنزول الساخن	بولي الإيتيلين
التولول الساخن	بولي ڤينيليدين كلورايد ، بولي ايتيلين ، بولي بروبيلين
الكسيلول الساخن	بولي ڤينيليدين كلورايد ، بولي ايتيلين ، بولي بروبيلين
أحادي كلور البنزول الساخن	بولي ڤينيل كلورايد ، بولي ڤينيليدين كلورايد ، بولي ايتيلين ، بولي بروبيلين
أورتو ثنائي البنزول الساخن	بولي أميد ١١ ، بولي استر ، بولي ڤينيل كلورايد ، بولي ڤينيليدين كلورايد ، بولي ايتيلين ، بولي بروبيلين ، بولي الأوريثان

الباب الثالث

١. النظرية الصباغية والأصبغة.
٢. تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصباغة.
٣. أساسيات ومبادىء عملية الصباغة.
٤. مواصفات وثباتيات الأصبغة.
٥. المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي.

البحث الأول

النظرية الصباغية والأصبغة

١- تعريف الصباغ: الصباغ مادة ملونة قادرة على الارتباط بصورةٍ ما مع الألياف المراد صباغتها مانحةً لها اللون، وتكون المادة الكيماوية ملونة عندما تمتلك القدرة على امتصاص حزمة ما من الطيف المرئي وعكس الباقي.

ويذكر الدكتور هنريش زولينغر في كتابه كيمياء اللون: يعتمد ظهور اللون على مجموعة من العوامل الفيزيائية والكيماوية والفسيولوجية والنفسية، والجزء من التحليل الكهرمغناطيسي الذي يراه الإنسان هو مجال من أطوال موجة بين ٤٠٠-٧٠٠ نانومتر، ويمكن للغازات أو السوائل والمواد الصلبة امتصاص كامل الضوء أو عكس قسم منه لينفذ عبر الغازات أو السوائل أو المواد الصلبة الزجاجية، ويبدأ الضوء الصادر عن منبع ضوئي أو منعكس عن سطح عاكس تفاعلاً كيمياضوئياً بعد وصوله لشبكية العين ليصار إلى نقل المعلومات منها للدماغ لنتوصل إلى ما يُسمى بالإدراك البصري.

٢- بنية الصباغ:

٢-١- الكرومافور: أو حامل اللون، ومهمته امتصاص الحزمة الضوئية، ومن أهم الكرموفورات: النترو، النتروزو، الآزو، الكربونيل ...

٢-٢- الأوكسو كروم: أو مساعد اللون، ومهمته إزاحة العصابة الضوئية الممتصة حتى أمواج أطول ما يؤدي لزيادة عمق اللون، وكثيراً ما يلعب دوراً في تثبيت المادة الصباغية مع الألياف عبر تفاعل كيماوي معها، ومن أهم الأوكسوكرومات: زمر الأمينو، الهيدروكسيل، الكربوكسيل، السلفون...

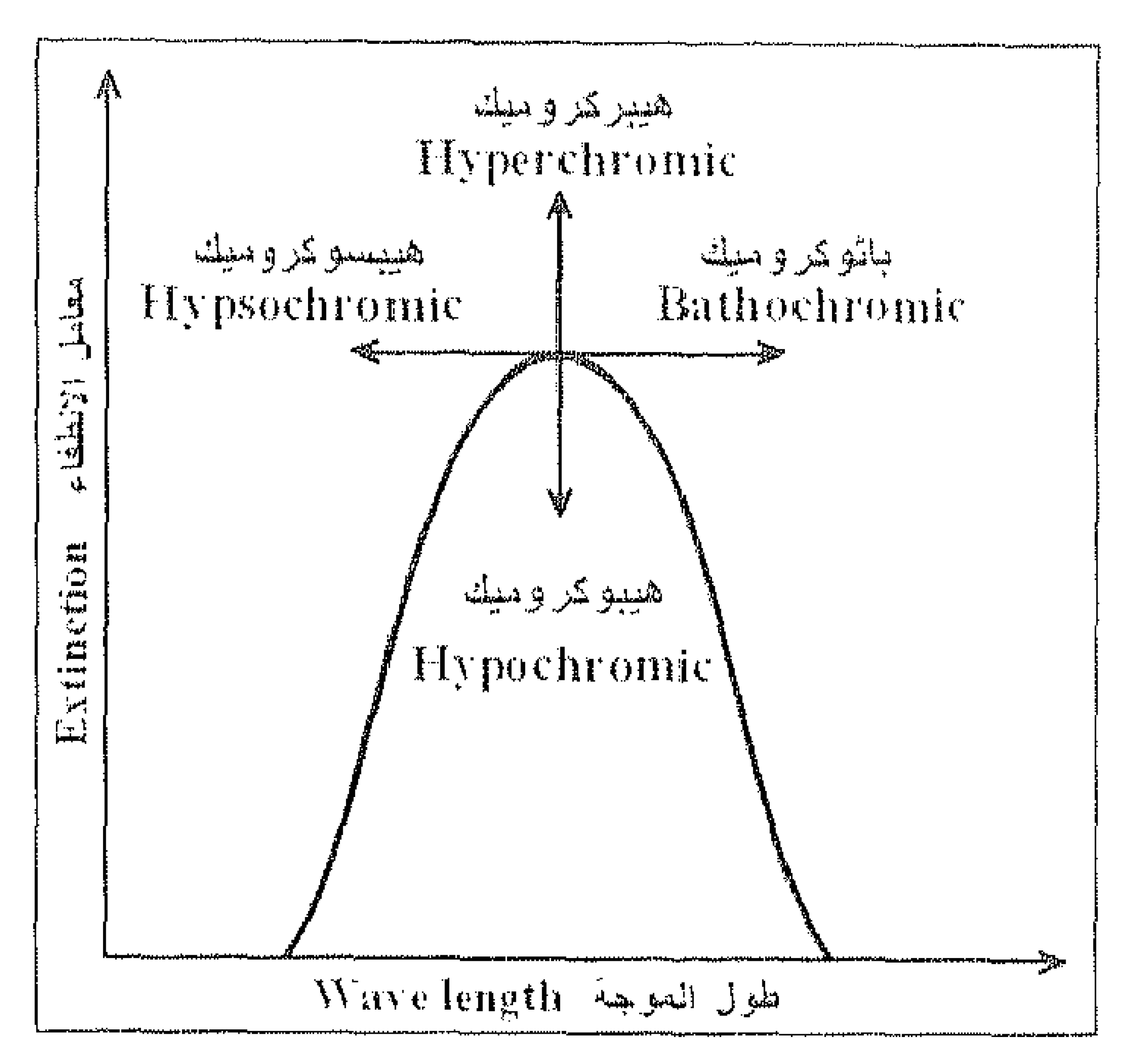
٢-٣- الباثوكروم: أو معزز اللون، ومهمته تحوير اللون باتجاه الموجة الأطول، أي من البنفسجي نحو الأحمر.

٢-٤- الهيبسوكروم: ومهمته تحوير اللون وانزياح الامتصاص باتجاه الموجة الأقصر، أي من الأحمر إلى البنفسجي.

٢-٥- الكرومــوجين: وهــي المجموعــات العطريــة التــي تــرتبط بهــا الكرومافورات.

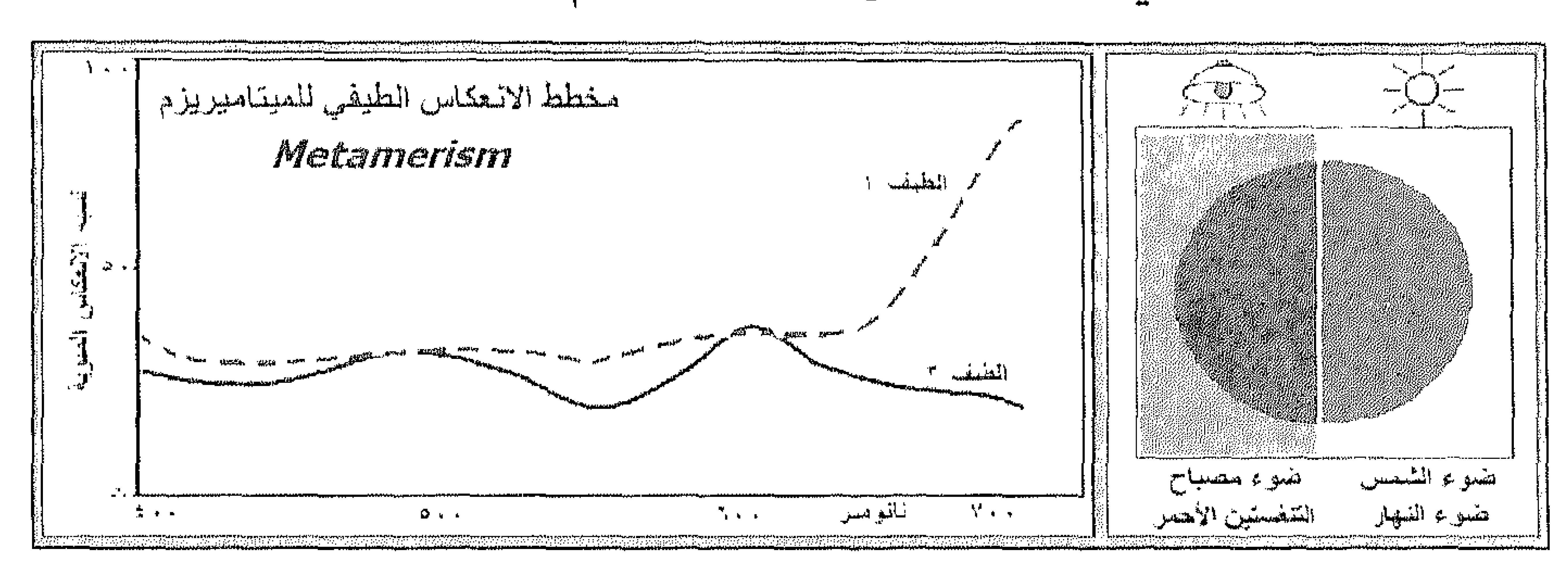
ويجمع الدكتور زولينغر علاقة كل هذه المكونات ببعضها على الشكل: بقيت البحوث على مدى مائة عام تعتمد على الأسس التي وضعها ويت White عام ١٨٧٦ والتي يمكننا اختصارها بأنه يتوجب على المركب الكيماوي كي يمتلك القدرة التلوينية أن يحوي مجموعات أساسية، وهي الكرومافور الذي يقوم ارتباطه على مبدأ ترافق الروابط الثنائية، فعندما يكون الكرومافور ملائماً ويستطيع منح اللون للمركب نسميه أوكسوكروم، ثم جاء التفريق فيما بين ما يسمى كرومافور والأنتي أوكسوكروم، وأمكن حديثاً فــي الكيميــاء الفيزيائيــة والعضــوية التفريــق بينهمــا بتبيــان ماهيــة الأوكسوكروم بين مانح للالكترونات كمجموعات : O^{--}, OH^{-}, NH_2^{-} والأنتي أوكسوكروم كالمجموعات والزمر الآخذة للالكترونات، وعلى ما سبق فإن الكروموفورات الخطية مع أنظمة الحلقات المترافقة الروابط تشكل ما ندعوه الكروموجين.

وفي البحوث الصناعية للأصبغة نجد أن معظم البنى الأساسية لمركبات الألوان صنعية ، وتختلف فيما بينها في مواقع أو وظائف متبادلاتها وبعض التفاصيل الثانوية الأخرى، لذا فقد تمت دراسة تحليلية لامتصاص مجموعات الأصبغة المتقاربة فيما بينها، وهذا ما دفع العالم هو How لدراسة تأثير مختلف هذه العوامل على الامتصاص، فبحسب الشكل ١١ نجده قد صنف الازدياد أو التناقص في طول الموجة وعلى التوالي بمصطلحي باثوكروميك Bathochromic وهيبسوكروميك Hypsochromic، في حين أنه أطلق على الازدياد أو التناقص في قيمة عامل الامتصاص مصطلحي هيبركروميك Hyperchromic وهيبوكروميك Hypochromic على التوالي:



الشكل ١١: تغير طول الموجة ومعامل الامتصاص مع تغير عصابة الامتصاص

ومن المهم ملاحظة أن العين البشرية تتحسس الأمواج الضوئية في مجال الأطوال ٤٠٠٠-٨٠٠٠ أنغستروم أو ١٠^-٨ سم ، ويتوقف أو يرتبط اللون الذي تراه العين بالمصدر الضوئي أولاً كأن يكون ضوء الشمس أو مصباح عادي أم ملون، ومن ثم الشعاع المنعكس عن المادة الملونة والذي تتلقفه العين، فإذا ما سقط لون أبيض على جسم وبدا لنا أنه برتقالي كان السبب أنه عكس البرتقالي وامتص الباقي، ونرى في الشكل ١٢ مظاهر تغير اللون بتغير المصدر الضوئي أو ما يسمى الميتاميريزم.



الشكل ١٢: تغير اللون بتغير المصدر الضوئي

وعندما تعكس المادة جميع ألوان الطيف فإنها تبدو آنئذٍ بيضاء اللون، وعلى العكس فعندما تمتص جميع ألوان الطيف تبدو لنا سوداء اللون، ويظهر لنا الجدول ٣١ اللون الممتص واللون المنعكس بما يُطلق عليهما اللونان المتكاملان.

الجدول ٣١

أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان		
طول الموجة	اللون الممتص	اللون المنعكس
4000-4350 A°	بنفسجي	أخضر مصفر
4350-4800 A°	أزرق	أصفر
4800-4900 A°	أزرق مخضر	برتقالي
4900-5000 A°	أخضر مزرق	أحمر
5000-5600 A°	أخضر	أرجواني
5600-5800 A°	أخضر مصفر	بنفسجي
5800-5950 A°	أصفر	أزرق
5950-6050 A°	برتقالي	أزرق مخضر
6050-7500 A°	أحمر	أخضر مزرق

آلية الرؤيا
مصدر ضوئي
شعاع وارد
كرة حمراء
شعاع منعكس إلى الشبكية
العين

٣- نظرية نشوء اللون: تعددت نظريات بناء المادة الصباغية ولم يستقر الوضع العلمي في تفسير ظاهر اللون وربطها بالبنية الكيماوية لظهور حالات شاذة لكل نظرية، ومع ذلك فإن ثمّة خطوط عريضة وبعض الظواهر الملاحظة والتي يمكن إجمالها بـِ :

- أن يكون الجزيء كبير الحجم نسبياً وحاوياً الكترونات باي π
- ضرورة أن يكون هناك ترافقاً لنظام الروابط الثنائية في الجزيء بحيث تتمكن السحابة الالكترونية من الطنين والتحرك على كامل الجزيء بأقل طاقة ضوئية يمكن أن تصلها.

ويشرح لنا مثال كربوسيانين Carbocyanine هذه الملاحظات :

H_3C CH_3 H_3C CH_3
$\overset{+}{N}{=}C\text{-}(CH{=}CH)_n\text{-}CH{=}C\text{-}\overset{-}{N}$
R R

إذ يؤدي ازدياد قيمة n لانتقال اللون الممتص وفق الجدول ٣٢ :

الجدول ٣٢

تغير اللون المنعكس بتغير قيمة n	
قيمة n	اللون المنعكس
٠	أصفر
١	أحمر
٢	أزرق
٣	أخضر

البحث الثاني

تصنيف الأصبغة المستخدمة في الصباغة

١ـ المقدمة: تُصنف الأصبغة وفق معيارين مختلفين، أولهما كيماوي علمي تأخذ به في مخابر البحث العلمي، والآخر تطبيقي يأخذ به الصباغون وشركات صناعة الأصبغة.

٢ـ التصنيف الكيماوي للأصبغة: يبين الجدول ٣٣ أهم الوحدات الداخلة كبنية أساسية والمجموعة الدالة عليها:

الجدول ٣٣

التصنيف الكيماوي للأصبغة

" عن كتاب الالياف النسيجية والصباغة ، د. منجد ، د. هاشم : جامعة دمشق "

المجموعة	التركيب الكيماوي	المجموعة	التركيب الكيماوي
نتروزو	R-NOH ⇌ R(=N.OH)(=O)	نترو	R.NO₂
احادي الازو	R.N=N.R′	ثنائي الآزو	R.N=N.R′.N=NR″
ثلاثي الازو	R.N=N.R.N=NR.N=NR″	متعدد الازو	R.N=N.R.N=NR.N=NR″.N=N.R‴
ستلبين	HC=HC (بين حلقتين)	ثنائي فينيل الميتان	NH=C (حلقتان)
ثلاثي اريل الميتان	C (ثلاث حلقات) =	اكسانتين	O, C, R
اكردين	N, H	كوينولين	N, H, =R
ميثين	-N=C-CH=R, X, Y	تيمازول	C, S, N, C —
اندامين	—N=(حلقة)=N—	اندوفينول	—N=(حلقة)=O
أزين	N, N	اوكسازين	N, O+
تيازين	N, S+	كبريت	N=C-R′, R-, R″, S, O
لاكتون	C, C—O	أمينوكوينونز	NHR, R-C(=O)-R′-NHR″
هيدروكسي كيتون	HO-, O, O ; HO.R.C(=O).R	انديكويد	O, C=C, N, H
انتراكينون	O, O	فتالوسيانين النحاس	N, Cu, C=N
احادي او ثنائي كلورو الترياريتيل	Cl, N, R, R″ او Cl, N, Cl, R	ريمازول	R.SO₂.CH₂.O.SO₃H R.SO₂.CH₂.CH₂.Cl

٣ـ التصنيف التطبيقي للأصبغة: يُصنف الصباغون وشركات إنتاج الأصبغة أنواع الأصبغة بحسب:

- نوعية الألياف الملائمة: قطن مباشرة، قطن فعالة، صوف...
- شروط التطبيق: حرارة عالية، ضغط جوي، حمام إرجاع ...

وتتداخل التسميات أحياناً فيما بين العلمية نوعاً ما والتطبيقية كتسمياتٍ مهنية شائعة، كأن نقول صباغ قاعدي أو اكريليك، صباغ حمضي أو صوف.

ونرى في الجدول ٣٤ التصنيف التطبيقي للأصبغة والذي نخرج عنه أحياناً بسبب قابلية بعض الألياف لتشرب أكثر من نوع، فمثلاً نجد أنه يمكننا صباغة الاكريليك بالتراكيز الضعيفة " دون ٠.٥ % " بالأصبغة المعلقة، أو البولي أميد بالأصبغة المعلقة أو المباشرة ...، وكل خروجٍ عن هذا الجدول يستلزم خبراتٍ مهنية متأصلة كي لا يكون الخروج مرتبطاً بالخروج عن الحدود الدنيا من المواصفات والثباتيات والكلف المطلوبة أي اقتصادية العملية ككل.

الجدول ٣٤

التصنيف التطبيقي للأصبغة			
الصباغ	الوسط	الملح	درجة الحرارة المئوية
الألياف السيليلوزية والفيسكوز			
المباشرة " الديركت "	معتدل إلى قلوي	تحتاج	٩٥
الفعالة " الرآكتيف "	قلوي		٨٠/٦٠/٤٠/٣٠
الأحواض			٨٠/٦٠/٤٠
الكبريتية " السلفور"			٩٥
النفتول " الديازو"	قلوي لحوض الأساس وحمضي لحوض الديازة		٩٥/ بارد
الصوف			
الحمضية " الأسيد "	حمضي	تحتاج	١٠٥
المعدنية المعقدة			
الكرومية	حمضي يتبعه حوض حمضي للمعالجة بالكروم		
البولي أميد			
الحمضية " الأسيد "	حمضي	لا تحتاج	٩٥
الأسيتات			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	٨٠
تري أسيتات			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	١٢٠
البولي استر			
المبعثرة " الديسبرس "	حمضي	لا تحتاج	١٣٠
البولي أكريلو نتريل			
القاعدية الموجبة	حمضي	قد تحتاج	حتى ١٠٥

٤- الأصبغة والتلوث: منعت قائمة الأصبغة الحاوية في بنيتها أحد مجموعة المركبات الواردة في الجدول ٣٥ :

الجدول ٣٥

قائمة الأصبغة الممنوعة المعتمدة بهيئة المواصفات والمقاييس السورية بتاريخ ٢٠٠٣/٣/٢٢	
البنى أو الزمر الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة	
الزمرة	م
4-Aminodiphenyl	١
Benzidine	٢
4-Chloro-o-toluidine	٣
2-Naphthlamine	٤
O-Aminoazotoluol	٥
2-Amino-4-nitrotoluol	٦
p-Chloraniline	٧
2-4-Diaminoanisol	٨
4,4'-Diaminodiphenylmethane	٩
3,3'-Dichlorbenzidine	١٠
3-3'-Dimethoxydbenzidine	١١
3,3-Dimethlbenzidine	١٢
3,3'-Dimethyl-4,4 diaminodi-phenylmethane	١٣
p-Kresidine	١٤
4,4'-Methylene-to-(2-chloraniline)	١٥
4,4'-Oxydianiline	١٦
4,4'-Thiodianiline	١٧
o-Toluidine	١٨
2,4-Toluylendiamine	١٩
2,5,5-Trimethylaniline	٢٠

المبحث الثالث

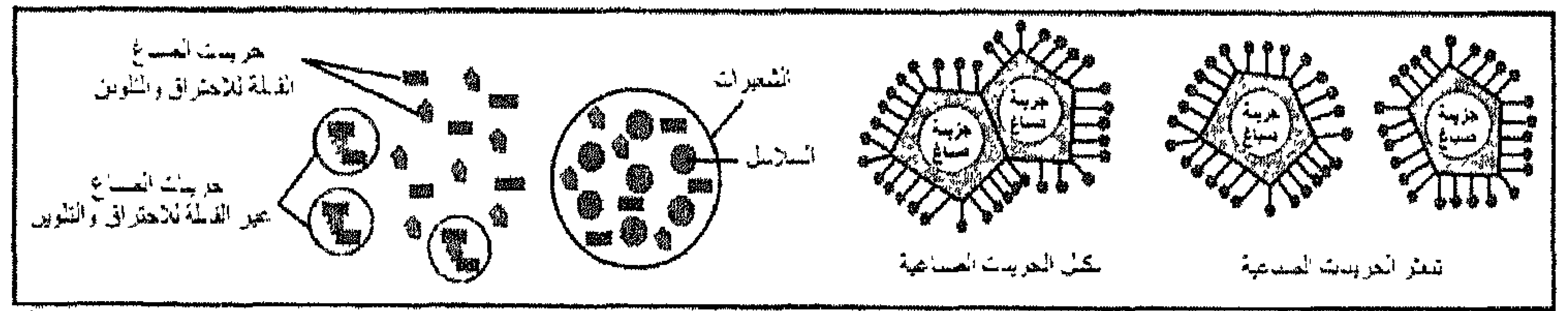
أساسيات ومبادىء العملية الصباغية

١- المفاهيم الأساسية للصباغة: تتم العملية الصباغية عبر مراحل ثلاث: هجرة، انتشار، ارتباط.

١-١- الهجرة: وتتم خلالها عملية انتقال الجزيئات الصباغية من الوسط المائي حتى الحدود المشتركة بين المحلول وسطح الشعيرات وبالعكس، ومن ثم الامتزاز السطحي لها، ويتحكم بمردود المرحلة ككل عوامل رئيسة ثلاث:

١-١-١- القوى الكهربائية الكامنة: إذ تكتسب الألياف السيليلوزية مثلاً وعند غمرها بالماء كموناً كهربائياً كامناً يُطلق عليه اسم مفعول زيتا Zeta potential تجعلها تكتسب شحناتٍ سالبة في وسطٍ معتدل، أما الألياف البروتينية فتكتسب شحنات موجبة في وسط حمضي وسالبة في وسط قلوي.

١-١-٢- الحرارة: تكون معظم الأصبغة في المحلول المائي غير متشردة أو متشردة جزئياً أو على شكل شوارد شبه غروية تشابه الصابون ما يدفعها للتجمع على بعضها البعض، وبالتالي لتشكيل تجمعات كبيرة نسبياً كما نرى في الشكل ١٣، وتتكسر هذه التجمعات لتجمعاتٍ أصغر بفعل ارتفاع درجات الحرارة، وبإضافة مواد مبعثرة تمنعها من تشكيل مثل هذه التجمعات:



تشكيل الجزيئات الصباغية للتجمعات الكبيرة وصعوبة اختراق التجمعات الصباغية لما بين الشعيرات ومنها للسلاسل البوليميرية

الشكل ١٣

ولما كان كرومافورا الأصبغة المباشرة والحمضية سالبي الشحنة فإنهما يعانيان من حالة تنافر مع الألياف السيليلوزية بفعل كمون زيتا، ولتجاذبٍ في حالة الألياف البروتينية في الوسط الحمضي، لذا فإن إضافة كهرليت مثل ملح غلوبر سيخفف كمون زيتا في الألياف السيليلوزية ما يرفع من درجة

تجاذب الأصبغة نحو الألياف، وعلى العكس فإنه سيخفف من الهجوم السريع للأصناف القديمة من الأصبغة الحمضية تجاه الألياف البروتينية كعامل مؤخر يرفع درجة التسوية.

١-١-٣- التحريك: يستلزم تشكيل روابط مشتركة أو هيدروجينية بين الألياف وجزيئات الأصبغة أن تكون ضمن مجال تشكيل هذه الروابط، أي بحدود ١-٥ أنغستروم، وللقوى الكهربائية الساكنة بحدود ١٠٠ أنغستروم، ومن هنا ينشأ تنافر متبادل بين الأصبغة والألياف ما يجعلنا نحتاج زمناً أطول آخذين بعين الاعتبار الحركة الاهتزازية للجزيئات في المحلول لإدخالها ضمن حقل تشكل الروابط ذي المجال الصغير، والبدء باستنزاف الأصبغة من المحلول وصولاً لحالة التوازن، وهذا ما يدفعنا لرفع درجة حرارة الحمام لدعم الفعالية الاهتزازية للجزيئات وبالتالي وصولها حتى سطح الألياف وتكسير التكتلات شبه الغروية الصباغية من جهة، ولإضافة ملح يبطل مفعول زيتا كما سبق وذكرنا من جهةٍ ثانية.

١-٢- مرحلة الانتشار: وتتضمن اختراق الأصبغة من سطح الألياف باتجاه العمق أي باتجاه الفراغات البينية الموجودة بين الأجزاء المتبلورة من الألياف، وترتبط فعالية هذه المرحلة بعدة عوامل، من أهمها:

- حجم الجزيئات الصباغية: فكلما صغر حجم جزيئة الصباغ ازدادت سرعة انتشارها.
- عدد المسامات الموجودة في واحدة السطح للبنية الدقيقة للألياف والتي تزداد بازديادها.
- تركيز جزيئات الأصبغة المتواجدة عند الحد الفاصل بين المحلول وسطح النسيج والذي يؤدي لازدياد الانتشار بازدياد التركيز.

١-٣- مرحلة الارتباط: ويتم في هذه المرحلة ارتباط الجزيئات الصباغية مع الألياف بروابط مشتركة أو هيدروجينية أو بقوى أخرى ذات طبيعة فيزيائية أو شاردية.

١-٣-١- الرابطة المشتركة: ونجدها عند الأصبغة الفعالة المطبقة في صباغة الألياف السيليلوزية والتي يتم التفاعل الكيماوي بينها وبين زمرة الهيدروكسيل عبر مجموعات فعالة مثل مجموعة ڤينيل سلفون.

١-٣-٢- الارتباط الشاردي: ويحدث غالباً عند الألياف البروتينية التي تتمتع بخاصة التذبذب في الوسط المعتدل، إذ يتشكل ملح شاردي بين زمرتي الكربوكسيل والأمين المتجاورتين، لذا فإنه وبإضافة الحمض تتعدل الشحنة السالبة تاركة شحنة موجبة على زمرة الأمين يمكنها الارتباط بشاردة الصباغ السالبة.

١-٣-٣- الرابطة الشاردية: يمكن للأصبغة الحاوية على زمر كالهيدروكسيل والآزو والأمينو تشكيل روابط هيدروجينية مع زمرة هيدروكسيل السيليلوز.

١-٣-٤- القوى الفيزيائية: يمكن للأصبغة الحاوية على سلسلة برافينية طويلة وبنية مستوية منتظمة أن ترتبط ارتباطاً جيداً بالألياف الصوفية، وكذلك فإن ازدياد عدد الحلقات العطرية أو السلاسل الأليفاتية غير المتفرعة يرفع كثيراً من ميل الصباغ نحو النسيج عن أن نضيف للصباغ مجموعة إضافية قادرة على تشكيل روابط.

٢- سرعة العملية الصباغية:

ينبغي لرفع اقتصادية العملية الصباغية أن نصل لمعدلات الاستنزاف الأعلى للصباغة بأسرع وقتٍ ممكن بشرط تحقيق صباغة عالية التسوية والثباتيات، لذا فإننا نلجأ لإضافة بعض العوامل المساعدة لرفع سرعة وتجانس العملية ككل وبالتالي رفع معدلات الانتشار عبر: رفع درجة الحرارة، التحريك، منع تكتل الأصبغة ما يستلزم إضافة الكهرليتات، عوامل البعثرة والتسوية، المبللات ...

المبحث الرابع

مواصفات وثباتيات الأصبغة

يتم تقييم الأصبغة عادةً من خلال قدرتها على تحقيق مواصفات خاصة وفق معايير نظامية تشير لها الشركات المنتجة عادةً وفق نظام الاختبار الذي أخذت به ومجدولةً بقيمٍ رقمية أو حروف تعكس هذه المعطيات الرقمية.

فمن الأرقام ما يدلل على الثباتيات، ومن الحروف ما يدلل على مواصفات وخواص الصباغ كالدالة E من Easy للدلالة على سهولة امتزاز الأصبغة المبعثرة " الديسبرس" عند درجات الحرارة المنخفضة.

وتعتبر نظم الاختبارات التي تحدد الثباتيات المرجع الأهم في تحديد القيمة العملية والمادية للصباغ ، ونجد في الجدول ٣٦ أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم :

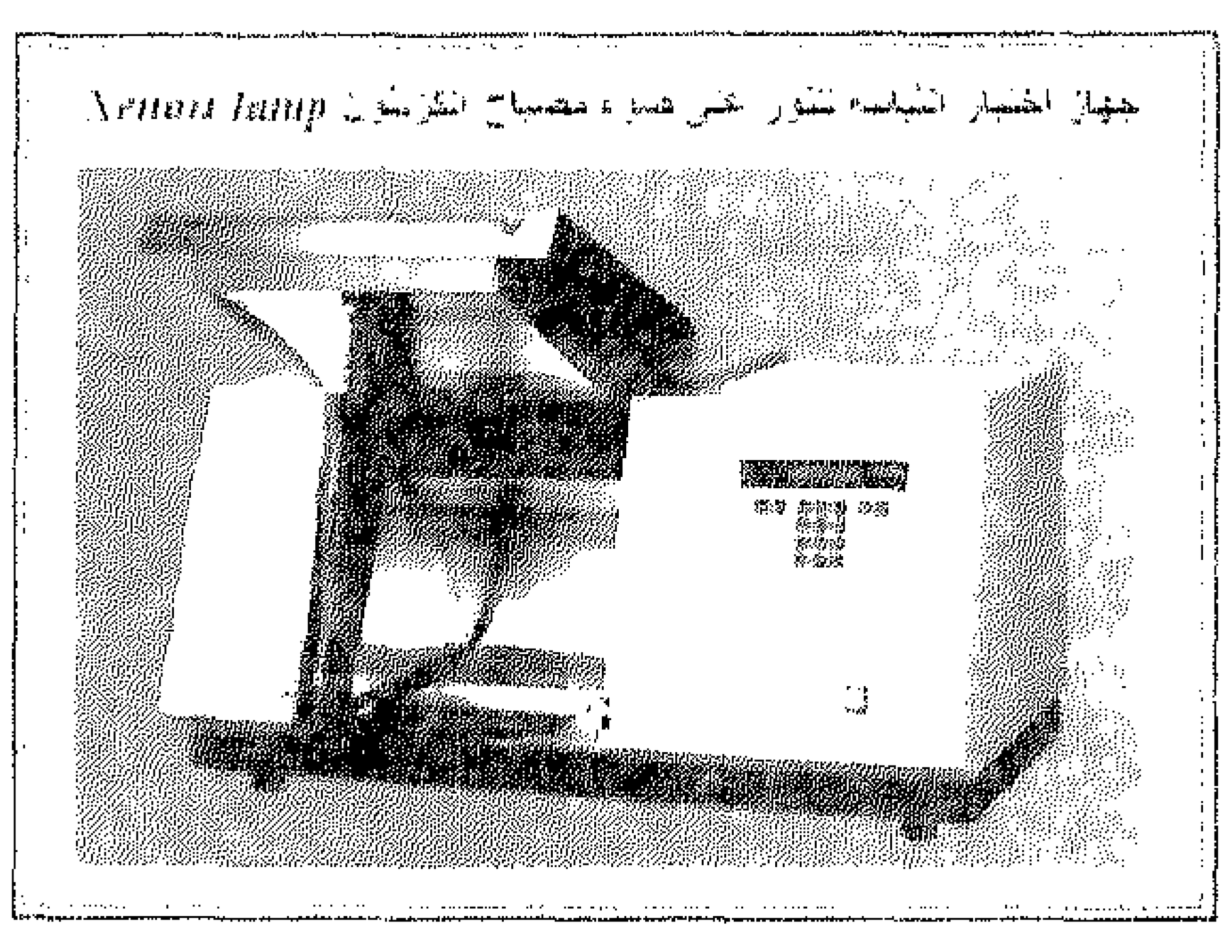
الجدول ٣٦

أهم نظم الاختبارات السائدة في العالم		
The American Associtiion of Textile Chemisist & Colorists	AATCC	الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج
The International Organization of Standardization	ISO	معايير المنظمة الدولية للمفاييس
The European Convention for Fastness	ECF	الاتفاقية الأوربية لاختبار الثباتيات

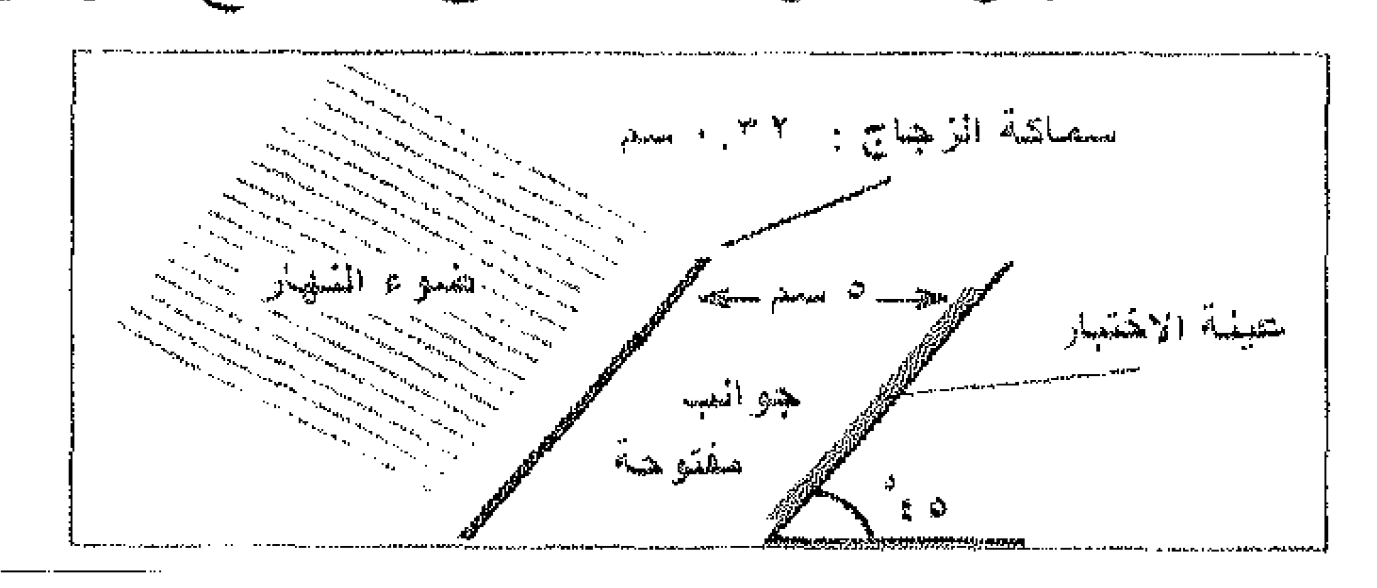
١ - **الثباتية على النور:** ويتم اختبارها عادةً على ضوء: مصباح الكزينون، ضوء النهار، ضوء قوس الفحم ... إذ يؤدي التعرض للأشعة الضوئية لتحلل قدراً من الصباغ بفعل تهيج الكترونات الأصبغة المتوضعة على سطح النسيج بسبب فوتونات الطاقة الضوئية لتدخل بتفاعلات فوتوكيماوية معقدة مع مكونات الهواء وبخاصة الأكسجين. ويتم اختبار الثباتية على مصباح الكزينون في جهازٍ خاص كما في الشكل ١٤.

أما الاختبار على ضوء النهار فيتم تطبيقه عادة بوضع العينات المصبوغة مع المقياس الرمادي بإطار خشبي ويغطى الإطار بلوح زجاجي سماكته ٠.٣٢ سم وبمسافة بين الزجاج والعينات ٥ سم ، ويراعى أن تكون جوانب

الإطار مفتوحة لتسمح بمرور الهواء بسهولة على العينات، ومن ثم يعرض الجهاز للضوء في مكانٍ خالٍ من الظلال بزاوية ٤٥° كما في الشكل ١٥:



الشكل ١٤ : جهاز اختبار الثباتية على مصباح الكزينون



الشكل ١٥ : وضعية إطار اختبار الثباتية على النور في ضوء النهار

تعرض ثلاث أرباع العينة فقط للضوء ويحجب الربع الباقي منها بأوراق مفضضة وتحدد درجة الثباتية بملاحظة أي تغيير يحدث في لون العينة المدروسة، ويقارن عند ذلك هذا التغيير بالاختلاف الناتج في النماذج القياسية المعرضة معها للضوء، فإذا حدث التغيير في النماذج الثلاثة الأولى وبدأ التغيير في النموذج رقم ٤ دل ذلك على أن درجة الثباتية ٤ كما هو مبين في جدول المقياس الرمادي أو الأزرق ٣٧ والذي يتألف من ثماني عينات قياسية من الصوف مصبوغة بنسب ثابتة وبأصبغة مختلفة.

الجدول ٣٧

سلم المقياس الأزرق لتحديد الثباتية على النور

الصباغ	فهرس اللون " C.I "	الثباتية	التقييم
Acilan Brill Blue FFR	Acid Blue 104	1	ضعيفة جداً
Acilan Brill Blue FFB	Acid Blue 109	2	ضعيفة
Coomassie Brill Blue R	Acid Blue 83	3	متوسطة
Supramine Blue EG	Acid Blue 121	4	حسنة
Solway Brill Blue RN	Acid Blue 47	5	جيدة
Alizarine Lighte Blue 4GL	Acid Blue 23	6	جيدة جداً
Soledon Blue 4BS powder	Sol-vat Blue 5	7	ممتازة
Indigosol Blue AGG	Sol-vat Blue 8	8	ممتازة جداً

العينة المختبرة
نموذج قياسي 1
نموذج قياسي 2
نموذج قياسي 3
نموذج قياسي 4
نموذج قياسي 5
نموذج قياسي 6
نموذج قياسي 7
نموذج قياسي 8

٢- الثباتية على الغسيل: وتعبر هذه الثباتية عن قدرة الصباغ في تحركه من النسيج لمحلول الغسيل الحاوي على الصابون بتركيزٍ معين وعند درجتي قلوية وحرارة معلومتين، وترتبط هذه الثباتية عادةً بنوعية الرابطة التي تربط بين الصباغ والنسيج أولاً، وببنية الصباغ نفسه ثانياً، إذ أن ازدياد عدد زمر السلفون في الجزيء الصباغي مثلاً يرفع من حركية الصباغ نحو المحلول ويخفض بالتالي من الثباتية للغسيل كأثرٍ سلبي في الوقت الذي يرفع فيه من قدرة الصباغ على التسوية كأثرٍ ايجابي بفعل تحسن قابلية انحلال الصباغ بالماء.

ويتم الاختبار بوضع قطعة القماش المراد اختبارها بين قطعتي قماش أبيض وتخاط القطع الثلاث مع بعضها من الحواف، وتكون قطعة القماش البيضاء الأولى من نفس نوع المصبوغة والقطعة الثانية تكون بحسب الجدول ٣٨:

الجدول ٣٨

ترتيب قطع قماش اختبار الثباتية على الغسيل					
القطعة الأولى	صوف	صوف، حرير، فيسكوز، كتان	أسيتات	بولي أميد	بولي استر، اكريليك
القطعة الثانية	قطن	صوف	فيسكوز	صوف أو فيسكوز	صوف أو قطن

ويحوي محلول الغسيل على ٥غ/ ل من صابون ذي المواصفات الواردة في الجدول ٣٩ على أساس الوزن الجاف:

الجدول ٣٩

تركيب محلول صابون اختبار الثباتية على الغسيل	
المكون	النسبة
قلوي حر على أساس كربونات الصوديوم	≤ ٠.٣ %
قلوي حر على أساس ماءات الصوديوم	≤ ٠.١ %
مواد دهنية كلية	≥ ٨٥ %
درجة التيتر لمزيج الحموض الدهنية المحتواة في الصابون	≤ ٣٠°م
درجة التيتر : درجة تجمد الحموض الدهنية المتحللة	

تدعى عينة الاختبار بالعينة المركبة ، وتعالج في بيشر سعة ليتر واحد

ويحوي محلول صابون بتركيز ٥% وبحيث تكون نسبة الحمام ١:٥٠، وتحرك العينة ويتم تقيمها حسب تعليمات الإيزو المبين في الجدول ٤٠:

الجدول ٤٠

اختبارات الغسيل بحسب نظام الإيزو				
الاختبار	الرمز	درجة الحرارة	الزمن	ملاحظات
الأول	ISO CO 1	٤٠ ± ٢ْم	٤٥ دقيقة	تعادل عملية غسيل منزلية
الثاني	ISO CO 2	٥٠ ± ٢ْم	٣٠ دقيقة	تعادل عمليتى غسيل منزلية
الثالث	ISO CO 3	٦٠ ± ٢ْم	٣٠ دقيقة	بوجود ٢ غ/ل كربونات الصوديوم
الرابع	ISO CO 4	٩٥ ± ٢ْم	٣٠ دقيقة	
الخامس	ISO CO 5	٩٥ ± ٢ْم	٤ ساعات	

بعد انتهاء الاختبارات الثلاثة تشطف العينات بالماء البارد المقطر مرتين ثم لمدة ١٠ دقائق بماءٍ صنبورٍ جارٍ وتعصر وتجفف بالهواء الساخن الذي لا تزيد درجة حرارته عن ٦٠ °م، ثم نقارن العينة المغسولة مع الأصلية غير المغسولة ومقدار تلوث القطع المرافقة مع المقياس الرمادي أو الأزرق المبين في الجدول ٤١ والذي نصنف الثباتية على أساسه لتقدير درجة فقدان اللون:

الجدول ٤١

المقياس الرمادي الخاص بدرجات الثباتية على الغسيل وفق نظام التجارب على تغير اللون بين عينتين مغسولة ومصبوغة غير مغسولة بحسب نظام الإيزو					
تغير اللون	لا تغير	طفيف جداً	متوسط	واضح	كبير جداً
	٥	٤	٣	٢	١

ويتألف المقياس الرمادي هنا بحسب د. مقدسي من خمسة أزواج مرجعية من الشرائح أو الأقمشة الرمادية بحيث يكون هناك فارق مرئي محدد في اللون الرمادي بين كل زوج من الأزواج الخمسة بحسب صيغة آدامز-نيكرسون ويطابق كل فارق درجة ثباتية محددة، فدرجة الثباتية ٥ تتمثل على المقياس بشريحتين متماثلتين لونهما ذات الرمادي أي أن الفارق بين لونيهما يساوي الصفر، أما درجات الثباتية ٤-١ فيتم تمثيلها بشريحة مرجعية من اللون والنوع المستعمل لدرجة الثباتية ٥ مقرونة بشريحةٍ أفتح لوناً، ويتغير الفارق المرئي في لون هذه الأزواج وفق خطوات متوالية هندسية.

يُقارَن الفارق المرئي في اللون بين العينتين المُختبرة والأصلية بالفارق المعادل في أزواج الشرائح بالمقياس الرمادي، وتعطى درجة الثباتية من رقم زوج الشرائح المعادل للفارق اللوني بينهما، فإذا وقع الفارق بين درجتين دون أن يعادل أياً منهما تعطى للعينة درجة ثباتية متوسطة مثل ٣-٤ أو ٤-٣، وتكون هاتان الدرجتان متساويتين.

أما درجة التبقيع على العينات البيضاء غير المصبوغة فيقدر بالمقياس الرمادي ٢، وتتم المقارنة بين القماش الملطخ مع المقياس الرمادي ٢ المبين في الجدول ٤١، ويتألف هذا المقياس بحسب د. مقدسي من زوج مرجعي واحد من الشرائح البيضاء وأربعة أزواج من الشرائح الرمادية والبيضاء بحيث يكون هناك فارق لون محدد بين الأزواج الخمسة بحسب آدامز-نيكرسون ويطابق كل فارق درجة ثبات معينة، فتمثل الدرجة ٥ على المقياس بشريحتين متماثلتين، لونهما أبيض، ومثبتتين إلى جانب بعضهما البعض، والفارق بين لونيهما يساوي الصفر، أما الدرجات ١-٤ فيتم تمثيلهما على المقياس بشريحة مرجعية بيضاء مماثلة للمستخدمة في درجة الثباتية ٥ مقرونة بشريحةٍ رمادية، ويتغير الفارق اللوني المرئي بين الأزواج وفق متوالية هندسية.

<u>الاختبار الرابع للثباتية على الغسيل:</u> توضع عينة الاختبار كما في السابق بين قطعتي قماش بيضاء، إحداهن من نفس نوع عينة الاختبار، والأخرى بحسب الجدول ٤٢، ويتم الاختبار بالمحلول السابق نفسه ولكن بدرجة حرارة ٩٥±٢°م ولمدة ٣٠ دقيقة، ويتم تقييم النتائج بعد الغسيل كما في الاختبارات الثلاثة الأولى:

الجدول ٤٢

ترتيب قطع قماش اختبار الثباتية الرابع على الغسيل بحسب نظام الإيزو			
القطعة الأولى	قطن ، كتان ، أسيتات	ڤيسكوز	بولي أميد ، بولي استر ، اكريليك
القطعة الثانية	ڤيسكوز	قطن	ڤيسكوز أو قطن

<u>الاختبار الخامس للثباتية على الغسيل :</u> تحضر العينة بنفس طريقة الاختبار

الرابع ويطبق عليها شروط حمام الاختبار الثالث وإجراءاته بفارق أن الغلي هنا عند الدرجة ٩٥±٢°م ولمدة أربع ساعات.

٣- الثباتية على التعرق حسب AATCC 15: تبلل العينة حتى التمام وتوضع مع قطعة نسيج للمقارنة في محلول تعرق حمضي يحوي الليتر منه كما في الجدول ٤٣.

تضبط درجة الحموضة عند pH:4.3 ومن ثم تغمر العينة في المحلول لمدة ٣٠ دقيقة بدرجة حرارة الغرفة وبنسبة حمام ١:٥٠ ثم يسكب عليها زيادة من المحلول لتعصر بعدها بين صفيحتي زجاج تحت ضغط ١٢.٥ كيلو بار ولتوضع في مجفف لمدة ٦ ساعات عند الدرجة ٣٧°م ومن ثم تجفف بالهواء الدافيء عند الدرجة ٦٠°م.

الجدول ٤٣

محلول التعرق الحمضي بحسب AATCC وفق شركة كلارينت " ساندوز "			
٠.٢٥ غ	١- هيستدين أحادي كلور الهيدروجين أحادي الماءات	N—N-CH₂-CH-COOH / HC CH NH₂ / NH	CH₃-CH(OH)-COOH
١٠ غ	كلور الصوديوم		
١.٢٥ غ	ثنائي فوسفات الصوديوم ثنائية الماء		
١ غ	حمض اللبن " اللاكتيك "	حمض الهيستدين	حمض اللبن

٤- الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020: تعني معايرة التعرق تحديد مقاومة الأقمشة المصبوغة أو المطبوعة لتأثيرات تعرق الإنسان.

ومن الصعوبة بمكان تطبيق العدد الكبير من الاختبارات اللازمة لأنواع التعرق، لذا فقد تم اعتماد طريقة عامة غالباً ما تمكننا من الوصول للنتائج الأقرب من الواقع العملي.

طريقة العمل: تخاط قطعة قماشٍ خام مع القطعة المراد اختبارها وتُغْمَر بمحلول الاختبار الحاوي على مركب الهيستدين بوسط حمضي أو قلوي بحسب المطلوب، ليصار فيما بعد لتجفيفها ومقارنة لون القطعة الملونة فيما بين قبل وبعد المعالجة وتحديد درجة تلوث القطعة الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

محاليل الاختبار: يتم تحضيرها من مواد عالية النقاوة وفق الجدول ٤٤:

الجدول ٤٤

محاليل اختبار الثباتية على التعرق بحسب DIN 54020			
محلول الاختبار القلوي		محلول الاختبار الحمضي	
L- هيستدين أحادي هيدرو كلوريد L-Histidine mono hydrochloride ($C_6H_9O_2N_3.HCl.H_2O$)	٠.٥ غ/ل	L- هيستدين أحادي هيدرو كلوريد L-Histidine mono hydrochloride ($C_6H_9O_2N_3.HCl.H_2O$)	٠.٥ غ/ل
كلور الصوديوم	٥ غ/ل	كلور الصوديوم	٥ غ/ل
الفوسفات ثنائية الصوديوم Di natrium hydrogen phosphat ($Na_2HPO_4.12\ H_2O$)	٥ غ/ل	الفوسفات ثنائية الصوديوم Di natrium hydrogen phosphat ($Na_2HPO_4.12\ H_2O$)	٢.٢ غ/ل
محلول ٠.١ نظامي من ماءات الصوديوم	pH: 8	محلول ٠.١ نظامي من ماءات الصوديوم	pH: 5.5

<u>قطع القماش المرافقة :</u> يتم تطبيق الاختبار على قطعتي قماش خام وبقياس ١٠×٤ سم ، الأولى من ذات نوع القماش المراد اختباره والأخرى بحسب الجدول ٤٥ :

الجدول ٤٥

أنواع القماش المرافق للقماش المراد اختبار ثباتيته على التعرق بحسب DIN 54020			
العينة المصبوغة " ١ "	القطعة المرافقة " ٢ "	القطعة المرافقة " ٣ "	
قطن ، كتان ، فيسكوز	ذات نوع العينة المصبوغة	صوف	① ② ③
صوف ، حرير طبيعي		قطن	
أسيتات		فيسكوز	
نايلون " بولي أميد "		صوف أو فيسكوز	
بولي استر ، اكريليك		صوف أو قطن	

<u>مبادئ أساسية حول الاختبار وتحضير القطع القماشية:</u>

١- يتم تطبيق كل اختبار مرتين بأخذ العينة من قماش مُسَوّى وبقياس ١٠×٤ سم وبحسب الإيزو ٦×٦ سم، ووضع العينة المراد اختبارها بين العينتين المرافقتين ومن ثم خياطتهما من أحد الأطراف.

٢- يتم الأخذ باختبار الخيوط بعد نسج عينة الخيط على شكل تريكو ليصار لأخذ قطعة نظامية القياس والتعامل معها كما في الفقرة الأسبق.

٣- يتم الأخذ باختبار الشعيرات الحرة " النتر" بعد تشكيلها على شكل نسيج غير منسوج " Non woven " والتعامل معها كما في الفقرة السابقة وبحيث تكون نسب وزن القطع القماشية ١:١:١.

تطبيق الاختبار:

١- تبلل العينة جيداً لتعالج بعدها لمدة ٣٠ دقيقة بحوض يحوي محلول الاختبار بنسبة ١:٥٠ وبدرجة حرارة الغرفة وعلى أن يتم تحريكها وعصرها من حينٍ لآخر لضمان اختراق محلول التعرق بصورة كاملة للعمق.

٢- يتم تفريغ الحوض وعصر العينة بين قضيبين زجاجيين.

٣- توضع المساطر بين لوحين من الزجاج أو البلاستيك بقياس ١١.٥× ٦ سم ويوضع عليهما كتلةٌ بوزن ٥ كغ وتترك على هذه الحال لمدة ٤ ساعات عند الدرجة ٣٧±٢°م.

٤- تعرض العينات للتجفيف بتعليقها بتيار هواء ساخن بحرارة ٦٠°م وبحيث يكون تعليقها من جهة الخياطة.

٥- تتم مقارنة اللون لما قبل وبعد المعالجة ودرجة تلوث القطع الخام بحسب مقياس السلم الرمادي.

ملاحظات :

- يمكننا لتطبيق الاختبار على أكثر من عينة بذات الوقت الأخذ بجهاز قياس التعرق "Perspirometer" المعتمد من قِبَل الجمعية الأمريكية لصباغي وملوني النسيج AATCC والمزود بصفائح ١١.٥×٦ سم.

- كما يمكننا اعتماد طرق اختبارٍ أخرى للوصول لذات النتيجة كما هو الحال مع تجربة الترطيب Hydrotest التي تقوم على إطارٍ فولاذي غير القابل للصدأ مع كتلة ذات سطحٍ مستوٍ ومصممة بحيث يمكننا إدخالها في الإطار وبقياس ١١.٥×٦ سم مع صفائح من الزجاج البلاستيكي " بلكسي غلاس " بذات القياس وبسماكة ٠.١٥ سم، ويُمَكِنُنا هذا الجهاز من اختبار ١٠ مساطر في ذات الوقت وبحيث يفصل بين كل مسطرةٍ وأخرى صفيحة بلاستيكية.

- يتوجب علينا عندما يزيد قياس عينة الاختبار بمقدار ١٠% عن ٤٠ سم تغيير الثقل بحيث يصير الضغط المطبق بحدود ١٢٥ غ/سم^{٢}.

٥- الثباتية للماء بحسب ISO 105/EO1: تبلل العينة بشكلٍ تام مع قطعة نسيج للمقارنة بماءٍ خال من الشوارد وبدرجة حرارة الغرفة، ثم يسكب عليها زيادة من الماء وتوضع بين صفيحتي زجاج لتعصر تحت ضغط ١٢.٥ كيلو بار ولتجفف لمدة ٤ ساعات عند الدرجة ٣٧ °م.

٦- الثباتية على الماء المكلور بحسب ISO 105/EO2: تعالج عينة الاختبار المصبوغة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم " ٢٠ مل/ل نظامي الكلور" وبدرجة حموضة ٧.٥ ونسبة حمام ١:١٠٠ لمدة ساعة واحدة بحرارة ٢٧ °م، تعصر وتترك للتجفيف بدرجة حرارة الغرفة.

٧- الثباتية تجاه الوسطين الحمضي والقلوي والمؤكسدات والكلور: يمكننا الجمع بين هذه الثباتيات:

الثباتية على الكلور: يتم تحضير الماء المكلور عند pH: 8.5 بالمحلول الموقي التالي:

تركيب المحلول الموقي الخاص باختبار الثباتية على الكلور	
ماءات الصوديوم ٠.١ نظامي	٥.١ مل/ل
كلور البوتاسيوم KCl	٠.٠١٤٤ غ/ل
حمض البور H_3BO_4	٠.١١٢٣ غ/ل

بحيث نختار أحد تراكيز الكلور الفعال على الشكل: ١، ٢، ٤، ١٠، ٢٠، ١٠٠ ج.م.م أو وفق الجدول ٤٦ الذي يبين مقدار تركيز الكلور بحسب بعض أنظمة المواصفات العالمية المعتمدة لبعض الاستخدامات، ونترك العينة عند درجة حرارة الغرفة لمدة ٤ ساعات في حمام ١:١٠٠

الجدول ٤٦

طرق اختبار الثباتية على الكلور					
الاختبار	ماء مكلور	حمام تبييض جزئي	حمام تبييض كامل	بركة سباحة	
النظام	JIS 10884	JIS 10856		DIN 54019	ISO 105/E03
تركيز الكلور: ج.م.م	5 p.p.m	500 p.p.m	2000 p.p.m	20 p.p.m	20 p.p.m

٨- **الثباتية على الاحتكاك لشركة كلارينت:** يتم اختبار الثباتية على الاحتكاك بفرك قطعة قماش مصبوغة على قطعة بيضاء وملاحظة مقدار التلون الحاصل على القطعة البيضاء.

وهذه التجربة بعيدة كل البعد عن الاسلوب العلمي كونها تتباين في شروطها بين تجربة وأخرى، وبحيث يصير التمييز بين عينتي صباغ على درجة عالية من الخطأ أو الانحراف الناجم عن عدم تطابق عوامل الزمن والضغط والحرارة والرطوبة... لذا فقد وُضِعَت أجهزة خاصة للتمييز بين عينتي قماش أو أكثر في ذات الوقت والشروط وبحيث نتمكن من المقارنة الأدق ، فوضعت شركة Good brand & Co LTD جهازاً خاصاً بهذا الاختبار واعتمدته British drug house pattern، ويتألف الجهاز من دولابين متماثلين تماماً، تلف على كلٍ منهما العينة المراد مقارنتها بالأخرى ويدوران سوية ليحتكان بعارضة أفقية ملفوفة بقطعة قماش من الجوخ الأبيض فتظهر علامات التلوث من خلال احتكاك المصبوغ مع الخام فنقارن أيهما الأعمق لوناً، والجهاز مزود براسم بياني يسمح لنا بالمقارنة بين الرسم البياني للصباغ المراد اختباره مع الرسم البياني للصباغ النظامي، وما من شك في أن التقنيات الحديثة تقدم نظماً الكترونية تتطور باستمرار لتعطينا نتائج رقمية مباشرة عبر مطيافيات الامتصاص.

٩- **الثباتية على الاحتكاك الرطب:** تتعرض الأصبغة في الألوان الغامقة للخروج من داخل الشعيرات القطنية لسطحها ما يعني إمكانية تراجع ثباتياتها على الاحتكاك، ونجد أن من أهم العوامل المؤدية لتراجع هذه الثباتية:

- سوء تطبيق الحمام الصباغي.
- عدم كفاية حمامات الغسيل أو الشطف النهائية وبالتالي عدم التخلص الكامل من الجزيئات الصباغية الفعالة غير المثبتة ما يؤدي لتراجع الثباتية بمقدار درجتين.
- استخدام أو تعرض البضائع المصبوغة لبعض المذيبات مثل ثنائي ميتيل فورم أميد "DMF".

١٠- المرسزة بحسب ISO 105/XO4: تغمر عينة القماش مع قطعة نسيج للمقارنة بمحلول ٣٠٠ غ/ل ماءات الصوديوم بحرارة ٢٠ °م لمدة ٥ دقائق لنشطف بعدها العينة بسكب ١ ليتر ماء بدرجة حرارة ٧٠ °م على شبكة القالب لفترة دقيقة واحدة نشطف بعدها بالماء الجاري البارد لمدة ٥ دقائق.

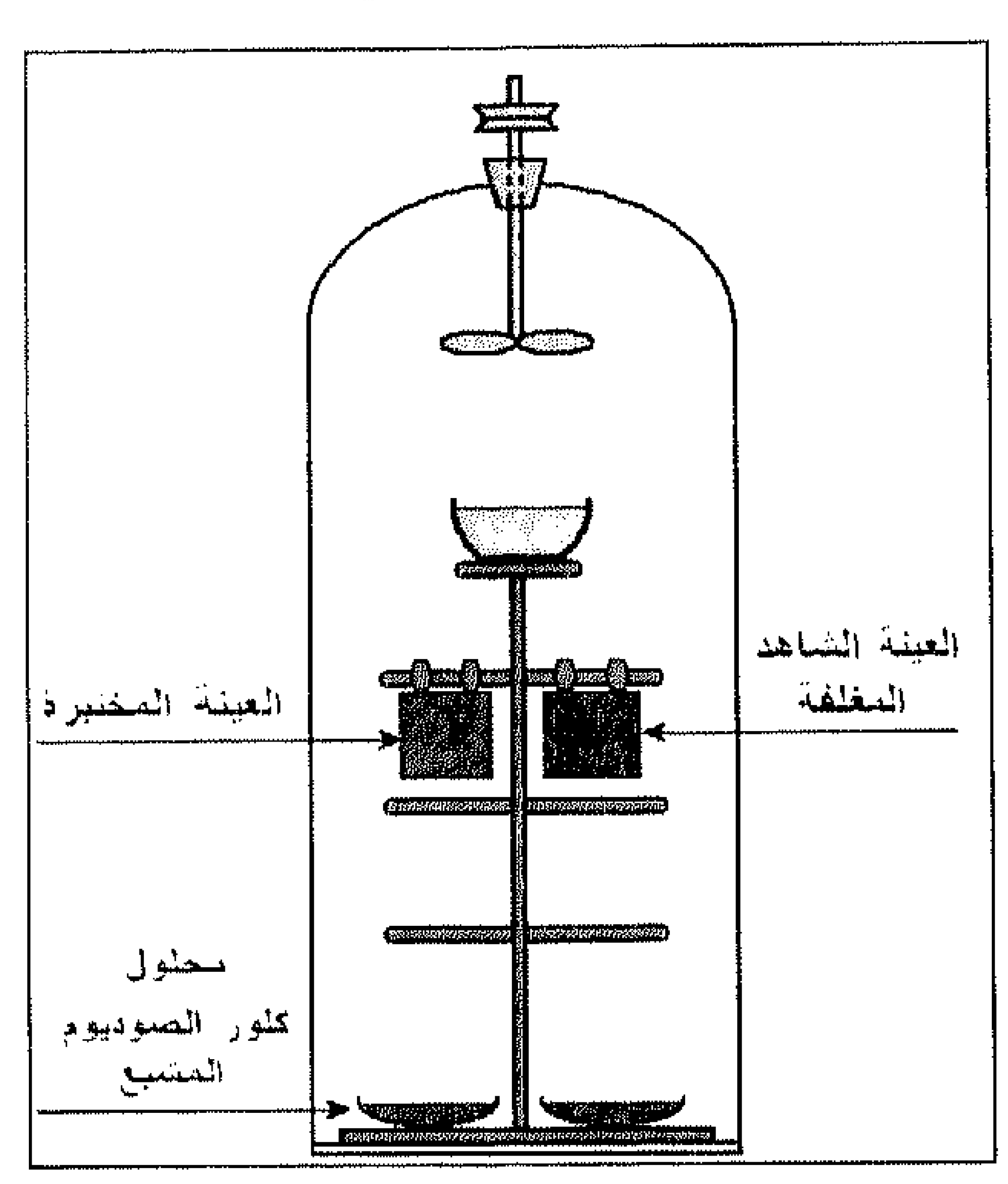
١١- الثباتية لأوزون الهواء الجوي ISO 105/GO3: تعرض عينة الاختبار لتأثير مصباح أوزون في غرفة خاصة تتم فيها مراقبة تأثيره على انبهات اللون بدرجة حرارة ٣٩-٤١°م، وبنسبة رطوبة عالية تصل حتى ٨٥-٩٠% إلى أن نصل لتغير في اللون يطابق الانبهات النظامي بالصباغة النظامية، ويصل زمن التجربة العادي حتى أربع دورات.

١٢- الثباتية لأكاسيد الآزوت بحسب ISO 105/GO1: تُعَرَض عينة الاختبار المحمولة على أذرع جهاز الاختبار لأكسيد النتريد " الذي يولد بإضافة حمض الفوسفور لنتريد الصوديوم بأسفل الجهاز المحجوب عن الضوء الساطع وبوجود مروحة لتحريك الغاز المنطلق " لدورةٍ واحدةٍ أو ثلاث "، وتتم المقارنة بنهاية كل منها مع عينة المقارنة ذات درجة الانبهات المساوية ٢ على المقياس الرمادي والموضوعة في الجهاز ضمن كيسٍ شفاف من البولي ايتيلين لمنع تعرضها لتأثير الغاز الذي يجب أن يعادل ليتر واحد لكل وزن ٠.٤±٠.٠٥ غرام عينة للتحقق من مدى انبهات اللون حتى نصل لدرجة الانبهات المطلوبة.

واعتمدت جمعية الصباغين واخصائيي الألوان كصباغٍ لعينة المقارنة الصباغ : Celanthrene Brill Blue FFS : C.I : Dispers Blue 3، ونرى في الشكل ١٦ رسماً لجهاز تحديد درجة الانبهات.

١٣- الثباتية للتنظيف الجاف ISO 105/DO1: تخاط عينة الاختبار مع نسيج قطني بمساحة ١٠×١٠ سم بالإضافة لـِ ١٢ قرصاً من الفولاذ غير القابل للصدأ، وتوضع في كأس من الفولاذ غير القابل للصدأ أيضاً سعة ٥٥٠ ملم ويعالج مع ٢٠٠ مل من مذيب بركلور الإيتيلين لمدة ٣٠ دقيقة

بدرجة حرارة ٣٠ °م في غسالة أومينير، تؤخذ العينة بعدها لتعصر وتجفف بهواء درجة حرارته العظمى ٦٠ °م، ونقيس مقدار تغير اللون وتلون المذيب حسب المقياس الرمادي لتقييم التبقيع.



الشكل ١٦: جهاز تحديد درجة الانبهات

١٤- الحساسية تجاه شوارد الحديد والنحاس ISO 105/ZO2: تغمر عينة الاختبار الأولى لمدة ٢٠ دقيقة في محلول ٠.٥% كبريتات الحديد النشادرية، وعينة الاختبار الثانية بمحلول ٠.٢% كبريتات النحاس على التوالي، ثم تضغطان وتعصران.

١٥- الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160:

تحضير محاليل الاختبار: يتم تحضير محلولي الاختبار كما في الجدول ٤٧:

الجدول ٤٧

محاليل اختبار الثباتية على لعاب الأطفال بحسب DIN 53160			
محلول الاختبار الأول		محلول الاختبار الثاني	
المادة	الكمية	المادة	الكمية
كربونات الصوديوم	٤.٢ غ	كبريتات الصوديوم	٠.٣ غ
ملح الطعام	٠.٥ غ	كلور الأمونيوم	٠.٤ غ
كربونات البوتاسيوم	٠.٢ غ	حمض اللبن النقي	٣ غ
ماء مقطر	١٠٠٠ مل	يوريا " بولة "	٠.٢ غ
		ماء مقطر	١٠٠٠ مل
حمض اللبن أو حمض اللاكتيك CH_3-CH(OH)-COOH			

طريقة العمل:

نحضر قطعتي نسيج قطني بعرض ١٥ مم وطول ٨٠ مم ونعالج الأولى بمحلول الاختبار الأول والثانية بمحلول الاختبار الثاني.

نثبت هاتين القطعتين على قطعةٍ من القماش المراد اختباره بشريطٍ لاصق بحيث يكون الالتصاق تاماً والمسافة بينهما ١٠ مم على أن يبرز الشريط عن أطرافهما بمقدار ١٠ مم ، وبالتالي يجب أن تكون أبعاد الشريط اللاصق أكبر من أبعاد القطعتين " أبعاد الشريط اللاصق : ٢٥ مم وطول ١٠٠ مم ".

نترك العينة بعد تحضيرها على الشكل المسبق لمدة ساعتين في وعاء مغطى وثنائي الطبقة:

١. الطبقة السفلى: طبقة ماء بحرارة ٤٠±٢°م.
٢. الطبقة العليا: حاملة للعينة.

ويتم التقييم بانتهاء الاختبار على أساس درجة التلوث الظاهر، إذ أن التلوث دليل ضعف الثباتية على لعاب الأطفال.

المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي

تتنوع المواد الداخلة في بناء الحمام الصباغي تنوعاً كبيراً، وقد تدخل مادة واحدة بأكثر من وظيفة في الحمام الواحد أو بوظائف مختلفة لحماماتٍ مختلفة، لذا فإننا سنوزع المواد هنا حسب التطبيقات الأهم وللمواد الأكثر انتشاراً.

١ـ الحموض:

١-١- حمض الكبريت H_2SO_4: ويعرف بأسماء تجارية وشائعة عدة مثل زيت الزاج، ماء النار، الأسيد ...، ويُباع على شكل سائل كثيف " كثافته ١.٨٤"، النقي منه لا لون له، والتجاري بني اللون لاحتوائه شوائب عضوية متفحمة، يتفكك بالوسط المائي ويغلي عند الدرجة ٣٣٨ °م ويتوازن عند الدرجة ٨٠ °م حسب المعادلة:

$$H_2SO_4 \leftrightarrow H_2O + SO_3$$

يتميز هذا الحمض بشراهيته العالية للماء، وهو كاوٍ لدرجة أنه يسبب حروقاً خطيرة، وترتفع درجة الحرارة عند مزجه بالماء ارتفاعاً شديداً لذا وجب الحذر عند تمديده بالماء بإضافة الحمض للماء " وليس العكس " ببطء شديد مع التحريك المستمر.

استخدم هذا الحمض استخداماً واسعاً لتطبيق أصبغة الصوف القديمة خاصةً، وحالياً يستخدمه بعضهم لتعديل الوسط القلوي بعد حمام القصر بحمام غسيل بارد.

١-٢- حمض كلور الماء HCl: ويعرف بالاسم الشائع " روح الملح "، وما هو إلا غاز كلور الهيدروجين محلولاً بالماء بتركيز يقارب ٣٠%، لذا فإن الأنواع التجارية له تدخن عند تعرضها للهواء فاقدةً بعض قوتها، يميل لونه للاصفرار، ويتفاعل مع معظم المعادن عدا الرصاص والذهب والفضة والزئبق.

لهذا الحمض أهمية خاصة في عمليات إزالة النشاء من النسيج المعالج بالنشاء لأغراض السدة ولتعديل قلوية حمامات القصر على البارد ولخفض درجة الحموضة حتى pH:1.

١-٣- حمض الخل CH_3COOH: حمض عضوي سائل عديم اللون، رائحته واخزة، يغلي عند الدرجة ١١٩ °م ويتجمد عند – ١٦ °م، من أهم أملاحه خلات الصوديوم التي تشكل معه المحاليل الموقية الأكثر ثباتاً لتغير درجات الحموضة أثناء تطبيق الحمامات الصباغية، ويعتبر الحمض الأكثر شيوعاً في بناء الحمامات الصباغية لضعف تأثيره على الألياف والتجهيزات المعدنية الخاصة بعمليات الصباغة والتجهيز النهائي.

١-٤- حمض النمل HCOOH: يستخدم حمض النمل كبديلٍ مهم لحمض الخل في حمامات صباغة الخيوط التركيبية خاصةً مع شيءٍ من الانحراف في ألوان الأصبغة القاعدية المطبقة على خيوط البولي أكريلونتريل، ونرى في الجدول ٤٨ بعض الفوارق بين حمضي الخل والنمل.

الجدول ٤٨

الفوارق بين حمضي الخل والنمل						
الحمض	الصيغة	الوزن الجزيئي	الكثافة	ثابت التشرد	التركيز التجاري	درجة الغليان
الخل	CH_3COOH	٦٠	١.٠٥	١.٧×١٠^{-٥}	٩٩.٩٧ %	١١٨.٥°م
النمل	HCOOH	٤٦	١.٢٣	٢.١×١٠^{-٣}	٨٥ %	١٠٠°م

٢- القلويات :

٢-١- ماءات الصوديوم NaOH: وتعرف باسم الصود الكاوي Kaustic Soda عندما تكون مركزة أي بأشكالها الثلاثة: صب " كتل أو أصابع "، قشور، حبيبات، وتتميز بامتصاصها السريع والعالي للرطوبة ولغاز ثاني أكسيد الكربون ليتحول قسم منها لكربونات الصوديوم:

$$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

تذوب بسهولة بالماء مع انتشار قدرٍ جيدٍ من حرارةِ الإماهة ما يوجب علينا الحذرَ عند لمسها أو إذابتها، وضرورة الغسل الجيد جداً بالماء عند

لمسها ومن ثم بحمضٍ مخفف جداً أو ضعيف كحمض البور. وتستخدم بكمياتٍ كبيرة في حمامات قصر وصباغة الألياف السيليلوزية، وفي عمليات المرسرة أو التحرير.

٢-٢- ماءات النشادر NH_4OH: قلوي ضعيف، يُحضر بقرقرة غاز النشادر بالماء، وتستخدم لتحضير الوسط القلوي اللازم لبعض عمليات تحضير وتزهير الصوف.

٣- الأملاح:

٣-١- كبريتات الصوديوم Na_2SO_4: ويعرف باسم ملح غلوبر عند احتوائه عشرة جزيئات ماء $Na_2SO_4.10\ H_2O$، ويستخدم في حمامات صباغة القطن ككهرليت لإبادة مفعول زيتا الكهربائي وبالتالي لرفع معدلات سرعة واستنزاف الأصبغة، كما يستخدم كعامل تسوية في حمامات صباغة الاكريليك بالأصبغة القاعدية، إذ يكبح الاستنزاف ويعزز الهجرة ليرفع من درجة تسوية العملية الصباغية بحسب كلارينت.

كما يستخدم كعامل تسوية وتأخير في حمامات صباغة الصوف بالأصبغة الحمضية، إذ يتشرد معطياً شارسبة الكبريتات التي ترتبط بالزمرة الأمينية الأساسية مانعةً بذلك ارتباطها مع الجزيئة الصباغية بشروط الحموضة العالية أي pH:2-3، ولكن وبظهور أصبغة حمضية جديدة لا تستلزم مثل هذه الشروط الحمضية القاسية أصبح يلعب دور الكهرليت المسرع للاستنزاف بصورة أكثر كما سنرى لاحقاً في بحث صباغة الصوف.

٣-٢- كلوريد الصوديوم NaCl: أو ملح الطعام، ويستخدم بشكلٍ رئيس ككهرليت في حمام صباغة الألياف السيليلوزية لرفع معدلات سرعة واستنزاف الصباغ.

يُحذر من رفع درجة حرارة محلوله في حمام صباغة البولي استر حتى ١٣٠°م لتحلله وإطلاقه غاز الكلور بحسب بعض التفاسير مسبباً تآكل معدن آلات الصباغة وتخرب كمٍ لا بأس به من الأصبغة والمواد المساعدة على السواء مسبباً مشاكل سوء التسوية وتشكل بقع الصباغ الصعبة الإزالة، لذا

يُنصح باعتماد ملح كبريتات الصوديوم في حال اضطرارنا لرفع درجة حرارة الحمام حتى ١٣٠°م وبوجود كهرليت.

٣-٣- كربونات الصوديوم Na_2CO_3: ويعرف هذا الملح القلوي باسم الصودا آش، وهو مسحوق أبيض ذواب بالماء، وترتبط درجة قلويته بعدد جزيئات الماء التساندية المرتبطة به والتي قد تصل حتى العشرة.

تستخدم كربونات الصوديوم بشكلٍ واسع جداً في صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة وغيرها، ولتحضير ماء جافيل بنقع هيبوكلوريت الصوديوم معها:

$$CaCl(OCl) + Na_2CO_3 \rightarrow NaOCl + CaCO_3 + NaCl$$

ولتطبيقات كثيرة أخرى كعمليات الغسيل الإرجاعي ومع هيدروسلفيت الصوديوم ... ترد في حينها.

٣-٤- بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$: وتعرف بالاسم الشائع " القلي"، وتستخدم في بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية لضعفها وبطء تشردها وبالتالي فإن استخدامها يعني عملية تثبيت أبطأ ومعدلات تسوية أعلى.

٤- العوامل المرجعة:

٤-١- هيدروسلفيت الصوديوم $Na_2S_2O_4$: مسحوق أبيض محلوله عديم اللون ، الكبريت فيه ثلاثي التكافؤ، يتفكك عند الدرجة ١٠٠°م معطياً ثنائي أكسيد الكبريت، ينحل منه بالماء ٢٣٠ غرام عند ٢٠°م، إلا أنه يتفكك بسرعة عالية بوجود الهواء، في حين أنه يتفكك ببطء في الوسط القلوي ، ويتفكك بالوسط الحمضي معطياً ثاني أكسيد الكبريت مع مركبات كبريتية أخرى، وتبدو بنيته على الشكل :

ثنائي حمض التيوني	$H-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-O-H$		هيدروسلفيت الصوديوم	$Na-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-O-Na$

وتبين المعادلات التالية تفاعلاته بحسب Brüggemann Chemical:

في الوسط القلوي القوي:

$$S_2O_4^{2-} + 4\ OH^- \rightarrow 2\ SO_3^{2-} + 2\ e^- + 2\ H_2O$$

في الوسط القلوي الضعيف:

$$S_2O_4^{2-} + 4\ OH^- \rightarrow 2\ S_2O_6^{2-} + 4\ e^- + 2\ H_2O$$

في الوسط الحمضي:

$$S_2O_4^{2-} + 4\ H_2O \rightarrow 2\ HSO_4^- + 6\ e^- + 6\ H^+$$

في حين تشير بعض المصادر إلى :

$$Na_2S_2O_4 + 2\ NaOH + (O) \rightarrow 2\ Na_2SO_3 + H_2O$$

$$Na_2S_2O_4 + 2\ NaCO_3 + (O) \rightarrow 2\ Na_2SO_3 + CO_2$$

يعتبر هيدروسلفيت الصوديوم من أكثر العوامل المرجعة انتشاراً في العمليات الصباغية، إذ يتم استخدامه في حمامات تطبيق أصبغة الأحواض كعامل مرجع لتحويل الأصبغة لشكل الليكو الحلول بالماء، ولعمليات الغسيل الإرجاعي بعد صباغة الخيوط التركيبية " وبخاصة للبولي استر"، ولحمامات تنظيف الآلات وتعرية الألوان عند حصول خطأ صباغي ما.

ومن الضروري الإشارة هنا لتراجع فعالياته بشكلٍ ملحوظ عند ارتفاع درجة حرارة حمامه عن ٧٠°م في الآلات المكشوفة، لذا فإننا لا نلجأ لرفع درجة الحرارة إلا في الآلات المغلقة كاستخدامه لتعرية البولي استر عند درجة الحرارة ١٣٠°م.

ومن الضروري الإشارة هنا لضرورة استخدام أي بديل له يمكنه أن يقوم مقامه لضرر الكبريت البيئي، فمن المعلوم أن احتواء الماء على تركيز ٢٥ ج.م.م من الكبريت يؤدي للقضاء على البكتريا التي تقوم بتحليل المركبات العضوية في المياه العادمة.

٤-٢- نتريت الصوديوم $NaNO_2$: ملح أبيض اللون عندما يكون نقياً، وضارباً للصفرة عندما يكون مشوباً، يستخدم في أحواض ديأزة الأسس في أحواض صباغة النفتول وبوجود حمض كلور الماء بكمية كافية لتشكيل حمض النيتروزو وفق التفاعلين :

$$NaNO_2 + HCl \rightarrow HO.NO + NaCl$$

$$R\text{-}NH_3Cl + HO.NO \rightarrow R\text{-}N{=}N\text{-}Cl + 2\,H_2O$$

الأساس ملح ديازونيوم

وتجري هذه العملية بدرجات حرارة ١٥- ٢٠°م وبوجود الثلج لعدم ثبات ملح الديازونيوم بدرجات الحرارة الأعلى.

٤-٣- بيسولفيت الصوديوم $NaHSO_3$: مسحوق أبيض يتحلل بالتسخين معطياً الكبريتات وغاز ثاني أكسيد الكبريت، ويستخدم إثر عمليات التبييض لإزالة آثار الماء الأكسجيني أو الكلور المتبقيان على الغزول المبيضة.

٥- العوامل المؤكسدة:

٥-١- الماء الأكسجيني H_2O_2: سائل حمضي عديم اللون، يتفكك بالوسط القلوي معطياً الأكسجين الوليد، ويستخدم في مجموعةٍ من العمليات والتي من أهمها:

- مؤكسد في حمامات قصر الألياف السيليلوزية.
- مؤكسد لأصبغة الأحواض والأصبغة الكبريتية بعد إنجاز عملية الصباغة بشكلها المُرْجَع.

٥-٢- بربورات الصوديوم $NaBO_2.H_2O_2.3H_2O$: مسحوق أبيض اسمه العلمي ميتا بورات الصوديوم ثلاثية الماء، واسمه الشائع ملح تاناتار، ويحوي هذا الملح نظرياً ١٠.٣٨% أكسجين فعال، وعملياً ١٠.٢%، ويستخدم كبديل للماء الأكسجيني في عمليات القصر.

٥-٣- كلوريت الصوديوم $NaClO_2$: يتم تسويقه على شكل ملح ثلاثي الماء، والملح اللامائي عديم اللون وثابت بشروط الخزن الجاف، ويتم تداوله تجارياً على شكل مسحوق أو محلول بتركيز ٣٠-٥٠%، ويستخدم خاصة في عمليات تبييض البولي أكريلونتريل.

٥-٤- الهيبوكلوريت: تعتبر شاردة الهيبوكلوريت من أقوى المؤكسدات في عمليات القصر وتنظيف الآلات من البقايا الصباغية وتعرية الألياف والخيوط المصبوغة والعودة بها لشكلها الأقرب للخام، وهي مسحوق أبيض

اللون لا بلوري عندما تكون على شكلها الكالسيومي، تذوب بالماء عند نقعها بمحلول كربونات الصوديوم معطيةً هيبو كلوريت الصوديوم على شكل محلول عكر لاحتوائه ماءات الكالسيوم ، وهناك خلاف وحيرة كبيرتين في تحديد صيغتها بدقة وبالتالي تركيبها الكيماوي ، وأكثر ما يتفق عليه العلماء أنها خليط يمكننا إجمال صيغته على الشكل :

$$CaCl(OCl), Ca(OH)_2$$

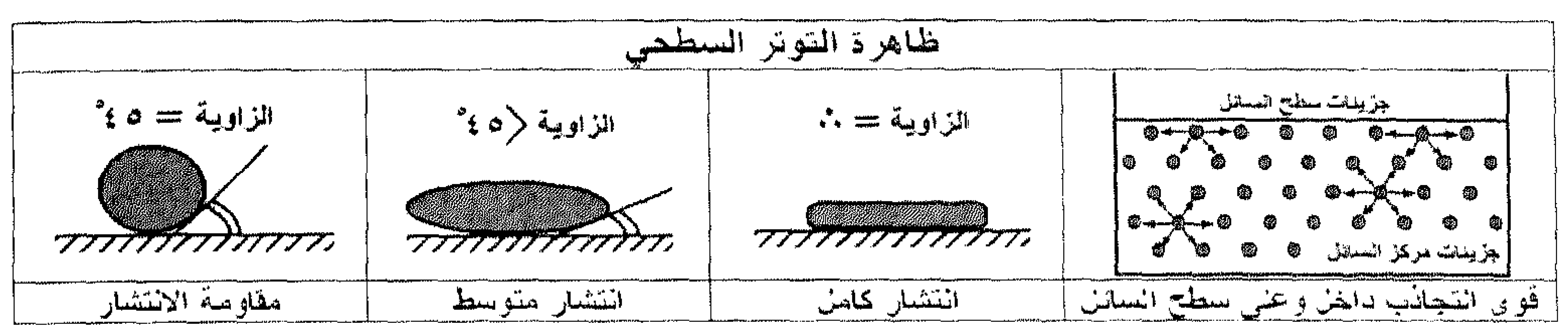
تعطي شاردة الهيبوكلوريت في الوسط الحمضي حمض تحت الكلوري الذي يتفكك مُطلِقاً غاز الكلور الحر السام والمخرش، وتعطي في الوسط القلوي الأكسجين الفعال.

٦- **عوامل تحلية الماء:** يحوي الماء القاسي عادةً على مجموعة كبيرة من الأملاح المعدنية التي تسيء لعمليات القصر والصباغة والتجهيز النهائي، إضافةً لشوائبٍ عضويةٍ ومعلقاتٍ معدنية كبعض الأكاسيد وسواها، لذا فإننا نضطر لإضافة بعض عوامل التحلية وتطبيق بعض الإجراءات وصولاً لمياه نضمن معها سلامة الأداء في كل المراحل، ولأهمية هذه المعالجة سنفرد لها بحثاً كاملاً عن تجهيز المياه ومعالجتها.

٧- **العوامل الفعالة سطحياً:** يتحرك كل جزيء في سائلٍ ما بتأثير الجزيئات المجاورة المحيطة به من جميع جوانبه، وبالتالي فإن قوى التجاذب أو التدافع ستتساوى في كل الاتجاهات، أما الجزيئات الموجودة على سطح السائل فإنها تعاني من انجذابٍ سفلي وجانبي فقط كما في الشكل ١٧، ما سيترتب عليه استقرارٌ أقل وانجذابٌ نحو الأسفل، لذا فإنها ولاستعادة استقرارها ستعمل على تصغير سطحها قدر الإمكان وهو ما يتحقق بتصغير مساحة سطح السائل لأصغر حدٍ ممكن بتحول شكل السطح من سطحٍ مستو لشكلٍ كروي أي لشكل حبات المطر.

وتعتمد كمية العمل اللازمة لمد سطح السائل على القوى الداخلية للسائل، وتدعى بالتوتر السطحي للسائل، ويتعلق التوتر السطحي بدرجة حرارة السائل لأن ازدياد درجة الحرارة يزيد من الطاقة الحركية لجزيئاته ما يُنقِص

من قوى التجاذب ما بين الجزيئات وبالتالي فإن التوتر السطحي للسائل ينقص بازدياد درجة الحرارة.



الشكل ١٧ : ظاهرة التوتر السطحي

تحدث ظاهرة التوتر السطحي عموماً على السطح الفاصل بين السائل والهواء أو بين سائلين غير قابلين للامتزاج أو سائلٍ مع سطح صلب.

وتلعب العوامل الفعالة سطحياً كما هو حال أنواع الصابون مثلاً دوراً كبيراً جداً كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تتألف العوامل الفعالة سطحياً بشكلٍ عام من رأسٍ هيدروفيلي محبٍ للطور المائي وغالباً ما يكون قابلاً للتشرد وسلسلةٍ هيدروفيبية أو ذنب كاره للماء أو محبٍ للطور العضوي، ونرى في الشكل ١٨ بنية المادة الفعالة سطحياً وطريقة ارتباط العامل الفعال سطحياً مع بقعة زيت.

توجهات المواد الفعالة سطحيا بين طورين زيتي ومائي				
ماء	زيت	زيت / ماء	زيت / ماء / زيت	زيت / طور مائي
ماء فقط	زيت فقط	ماء/زيت	زيت/ماء/زيت	ارتباط العامل الفعال سطحياً ببقعة زيت

الشكل ١٨ : آلية عمل المواد الفعالة سطحياً

وكلما زاد طول السلسلة الهيدروفوبية زادت فعالية المادة الفعالة سطحياً حتى حدٍ معين لا يتجاوز فيه طول السلسلة عن ٢٢ ذرة كربون والتي يصبح فيها العامل الفعال سطحياً غير قابل للانحلال بالماء وتصبح عندها فعالية العامل الفعال سطحياً في غاية الضعف، وتتباين قدرات العامل الفعال سطحياً عن بعضها البعض بحسب:

- بنية أو تركيب الرأس القطبي.
- طول السلسلة ودرجة استقامتها أو تفرعها.
- نوعية المتبادلات المرتبطة بالسلسلة.

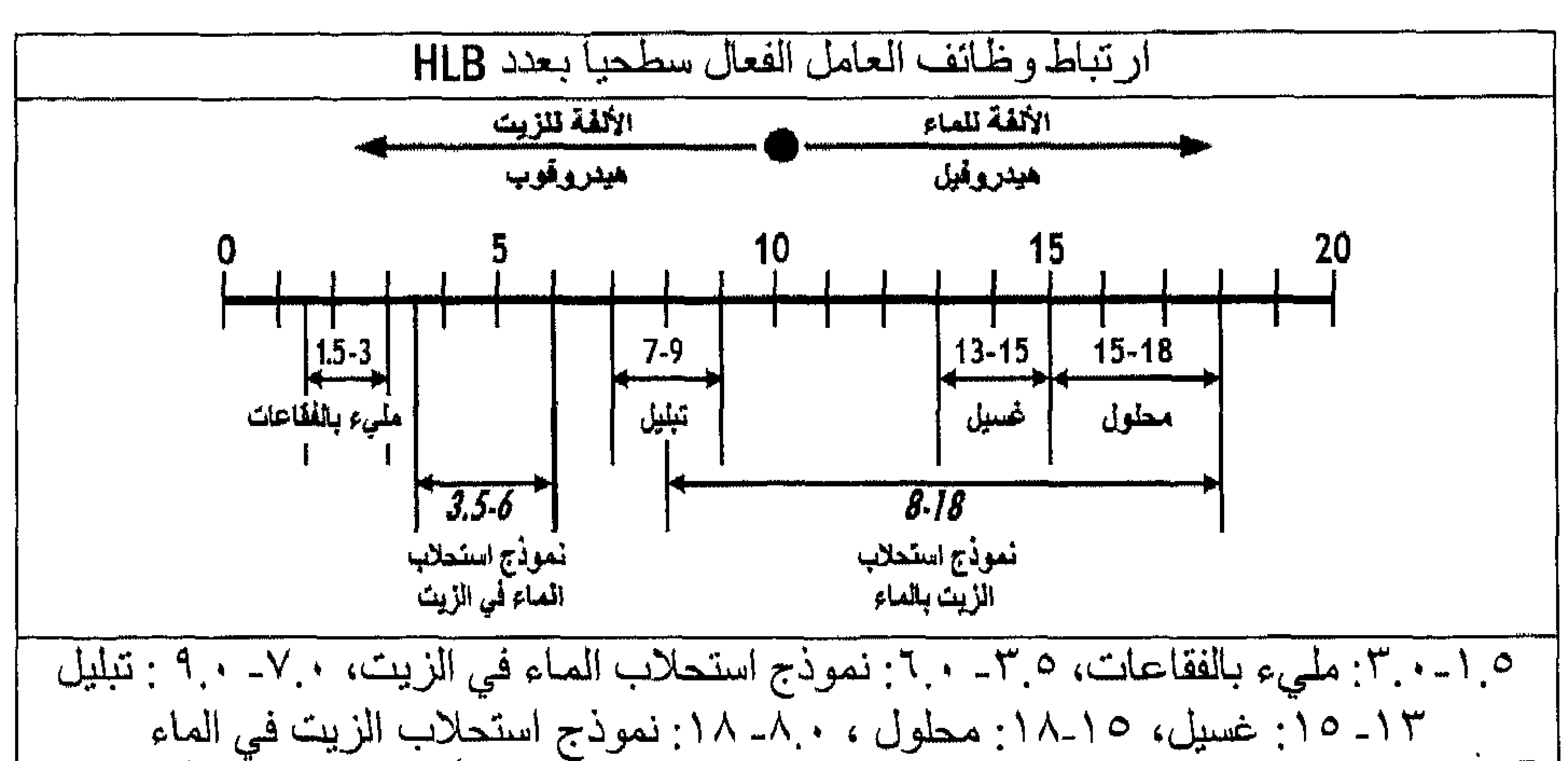
٧-١- **مفهوم الـ HLB:** يرمز للنسبة بين القسمين: الشغوف والكاره للماء بعدد:

HLB: Hydrophilic Lipophilic Balance

ويحسب رقم HLB للعوامل الفعالة سطحياً لزمرة البولي غليكول ايتر اللاشاردية والمتعددة التكافؤ بالمعادلة التالية :

عدد HLB للعوامل الفعالة سطحياً =
(عدد الزمر الشرهة للماء ÷ عدد الزمر الكارهة للماء) × (١٠٠ ÷ ٥)

فعدد HLB للالكانات يساوي الصفر لعدم احتوائها أي زمرة شرهة للماء، أما في الإيتيلين غليكول فنجد زمرتي هيدروكسيل شرهتين للماء " هيدروفيليتين " ومجموعتي ميتيلين كارهتين للماء "هيدروفوبيتين " وبالتالي يكون عدد HLB له مساوياً ٢٠، لذا فإن قيم HLB تتراوح بين الصفر والعشرين، وكلما كان عدد المركب أقرب للعشرين كان أكثر ميلاً للطور المائي كما يبين الشكل ١٩: .



الشكل ١٩ : ارتباط وظائف العامل الفعال سطحياً بعدد HLB

وينضوي تحت هذا العنوان كمٌ كبيرٌ من المواد المساعدة ولكننا سنخص هنا فئة المبللات والمنظفات ومزيلات الزيوت كعوامل خافضة للتوتر السطحي، إذ تشمل المواد الفعالة سطحياً مجموعة من المواد التي يمكن أن تساعد على التبليل، التنظيف، البعثرة، الاستحلاب ... وبرغم أنها جميعاً تؤدي هذه الوظائف إلا أنها تتباين في مفعولها بحسب:

- طول السلسلة البرافينية ودرجة تشعبها.
- متبادلات السلسلة.
- نوعية الوظيفة: شاردية سالبة أم لا شاردية، وثابت تشردها وبالتالي تأثرها بدرجة حموضة أو قلوية الوسط، وتأثرها بقساوة المياه.

وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة كبيرة من المتغيرات والاحتمالات التي تعزز فعالية المركب باتجاه معين ليصير مادة اختصاصية كأن نعتبره مبللاً برغم إمكاناته التنظيفية والاستحلابية مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لكل من الرأس القطبي والسلسلة كلٍ على حدا.

<u>الرأس القطبي:</u> يمنح الرأس القطبي للمركب الفعال سطحياً الشراهية للماء، وقد يكون زمرة حمضية أو قلوية يمكننا تعديلهما، أو معتدلة يمكنها تشكيل ملح تساندي مع حمض كلور الماء مثلاً ما يجعلها شغوفة بالماء، ونجد في الجدول ٤٩ أكثر هذه الزمر أهمية:

الجدول ٤٩

أهم وظائف الرأس القطبي للمركبات الفعالة سطحياً						
الزمر الحمضية		الزمر القلوية			الزمر اللا شاردية	
الكربوكسيل	$-COO^{-}Na^{+}$	زمرة الأمينو	أحادي الأمين	$-NH_2.HCl$	الايتر	-O-
استر الكبريتات	$-OSO_3^{-}Na^{+}$		ثنائي الأمين	$=NH.HCl$	الهيدروكسيل	-OH
السلفون	$-OSO_2^{-}Na^{+}$		ثلاثي الأمين	$\equiv N.HCl$	الكربوأمين	-CONH-
أورتو الفوسفات	$-OPO_3^{-}(Na)_2^{+}$		رباعي الأمين	$\equiv N^{+}Cl^{-}$	السلفو أمين	$-SO_2NH-$
		زمرة البيريدين	$[N]^{+}Cl^{-}$		الاستر الكربوكسيلي	-COO-
					زمرة الرابطة المضاعفة.	-CH=CH-

وقد نجد أحياناً في مركبٍ ما أكثر من زمرة أو وظيفة كيماوية، كأن نجد

فيه زمرة ايتر مع الكربوأميد والهيدروكسيل، ونجد الايتر والكربوأميد عادةً على الشكل:

$$---CH_2CH_2-O-CH_2CH_2-O-CH_2CH_2---,\ ---CONHR-CONHR'-CONHR''---$$

ويلعب موضع الزمرة القطبية دوراً كبيراً في فعاليتها فيما بين أن يكون: طرفي، داخلي، خارجي:

الموضع الطرفي: وتكون الجزيئة عندها في قمة عدم التناظر وبالتالي في غاية الاستقطاب ما يعزز من فعاليتها بشكلٍ كبير وخاصة عندما يكون طول السلسلة المأخوذ هو الأنسب لدور المادة الفعالة سطحياً المطلوب كما في الصابون العادي.

الموضع الداخلي: ويكون الرأس القطبي هنا مفصولاً عن السلسلة الدفوعة للماء والحاوية جذرين قصيرين ما يؤدي لتراجع فعالية الرأس القطبي وبالتالي الجزيئة ككل.

ويؤدي وجود عدة زمر قطبية لتناقص مفعول الجزيء، في حين أن ازدياد طول السلسلة مع حملها لأكثر من رأس قطبي يرفع من فعاليتها.

الموضع الخارجي : ويكون عندها ثمة ما يفصل بين السلسلة والرأس القطبي كارتباط غير مشبع أو حلقة عطرية.

المواضع الثلاثة للرأس القطبي أو الوظيفة الفعالة		
$CH_3(CH_2)_n-COO^- Na^+$	$\frac{R}{R'}>CHO-SO_3^- Na^+$	$CH_3(CH_2)_n-COO-CH=CH-Na$ $CH_3(CH_2)_n-C_6H_4-SO_3^- Na^+$
الموضع الطرفي	الموضع الداخلي	الموضع الخارجي

٧-٢- تأثير طول السلسلة: أما عن السلسلة فهي الجزء الشغوف بالطور الزيتي العضوي الكاره للماء، وغالباً ما تكون أليفاتية خطية، وقد تحوي على متبادلات مثل: الحلقات العطرية، زمر، ذرات ... وترتفع خاصية كراهية السلسلة للماء بازدياد طولها وتفرعها وازدياد متبادلاتها، وعلى العكس من ذلك فإن الروابط المضاعفة ترفع من انحلالها وتخفض من فعاليتها، لأن ارتفاع عدد الروابط المضاعفة يرفع درجة استواء السلسلة ما يؤدي

لالتصاق الشوائب المشابهة بنيوياً على طول السلسلة فقط مؤدياً لتراجع فعاليتها.

٧-٣- تصنيف المواد الفعالة سطحياً: تصنف المواد الفعالة سطحياً ضمن أربعة أصناف رئيسة: الشاردية السالبة أو الموجبة، واللاشاردية، والمذبذبة كما في الجدول ٥٠:

الجدول ٥٠

تصنيف المواد الفعالة سطحياً			
التصنيف الشاردي	المثال الوظيفي	الشاردة المقابلة	المثال
الشاردية السالبة	$---COO^-$	Na^+	الصابون العادي
الشاردية الموجبة	$H_3C-\overset{+}{N}(CH_3)-CH_3$ (---CH_3)	Cl^-	كلور الألكيل ثلاثي ميتيل الأمونيوم
اللا شاردية	$-(OCH_2CH_2)_xH$	-	ألكيل بولي غليكول ايتر
المذبذبة	$(CH3)_3\overset{+}{N}$---C-COO^-	-	البوتين

٧-٤- ثبات المواد الفعالة سطحياً: يتم تطبيق المواد الفعالة سطحياً بأدوارٍ وشروط متغيرة ومتباينة ما يستوجب ثباتها تجاه جميع مكونات الحمامات التي ستطبق فيها:

٧-٤-١- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه قساوة المياه والأملاح المعدنية: تعد أملاح العناصر القلوية أكثر انحلالاً بكثير من أملاح العناصر القلوية الترابية وأملاح العناصر المعدنية الثقيلة كالحديد والنحاس... إذ أن أملاح المعادن القلوية الترابية أو المعدنية الثقيلة للحموض الكربوكسيلية غير حلولة بالماء على العكس من أملاح استرات حمضي الكبريت والسلفون التي تتمتع بقدرٍ كافٍ من الانحلالية.

ويرفع وجود عدة زمر شغوفة بالماء من انحلالية المركب الفعال سطحياً برغم قساوة المياه ووجود الأملاح المعدنية، وعلى العكس فإن ازدياد طول السلسلة يُنقِص من الانحلال.

وتتأثر المواد الفعالة سطحياً الموجبة بشارسبات الأملاح المعدنية دوناً عن شارجباتها، لذا فإن الأملاح الحمضية المتعددة التكافؤ كالكبريتات والفوسفات

تعمل على ترسيبها.

أما المواد الفعالة سطحياً غير الشاردية وبخاصة ذات السلاسل غير المشبعة فإنها لا تتأثر نهائياً بالقساوة أو بوجود الأملاح المعدنية.

٧-٤-٢- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه الحموض والقلويات: تتأثر المواد الفعالة سطحياً الشاردية السالبة ذات الخواص القلوية الضعيفة عادةً بالأوساط الحمضية القوية " بحسب القاعدة الكيماوية: الحمض القوي يطرد الحمض الضعيف من أملاحه " متحررةً على شكلٍ حموض حرة غير حلولة بالماء عندما تكون طويلة السلسلة، وبازدياد درجة الحموضة أكثر وأكثر تتخرب الزمرة الكربوكسيلية مطلقةً غاز ثاني أكسيد الكربون، في حين تقاوم الزمر القوية هذا الفعل، وعلى العكس يُزيد الوسط القلوي من فعاليتها، ولكن في الوسط القلوي القوي قد يتناقص تشردها إلى أن يتوقف بفعل الشاردة المشتركة.

أما الشاردية الموجبة والحاوية زمرة أمينية فيرتبط انحلالها بتساندها مع جزيء من حمض كلور الماء، لذا فإنها لا تتأثر بالأوساط الحمضية، في حين ينفصل عنها حمض كلور الماء في الوسط القلوي على الشكل الموضح في الجدول ٥١ والذي يُظهر لنا آلية فقدانها قدرتها على الانحلال:

الجدول ٥١

تأثر المركبات الأمينية بالوسط القلوي			
$R\text{-}NH_2.HCl$	$+ NaOH \rightarrow$	$R\text{-}NH_2$	$NaCl + H_2O$
$R_2{=}NH.HCl$		$R_2{=}NH$	
$R_3{\equiv}N.HCl$		$R{\equiv}N$	
$R_4N^+.HCl^-$		$R_4.NOH$	$NaCl$

أما تأثر المركبات غير الشاردية والمذبذبة فيختلف جداً لدرجة أنه يصعب علينا وضع قاعدة عامة لها.

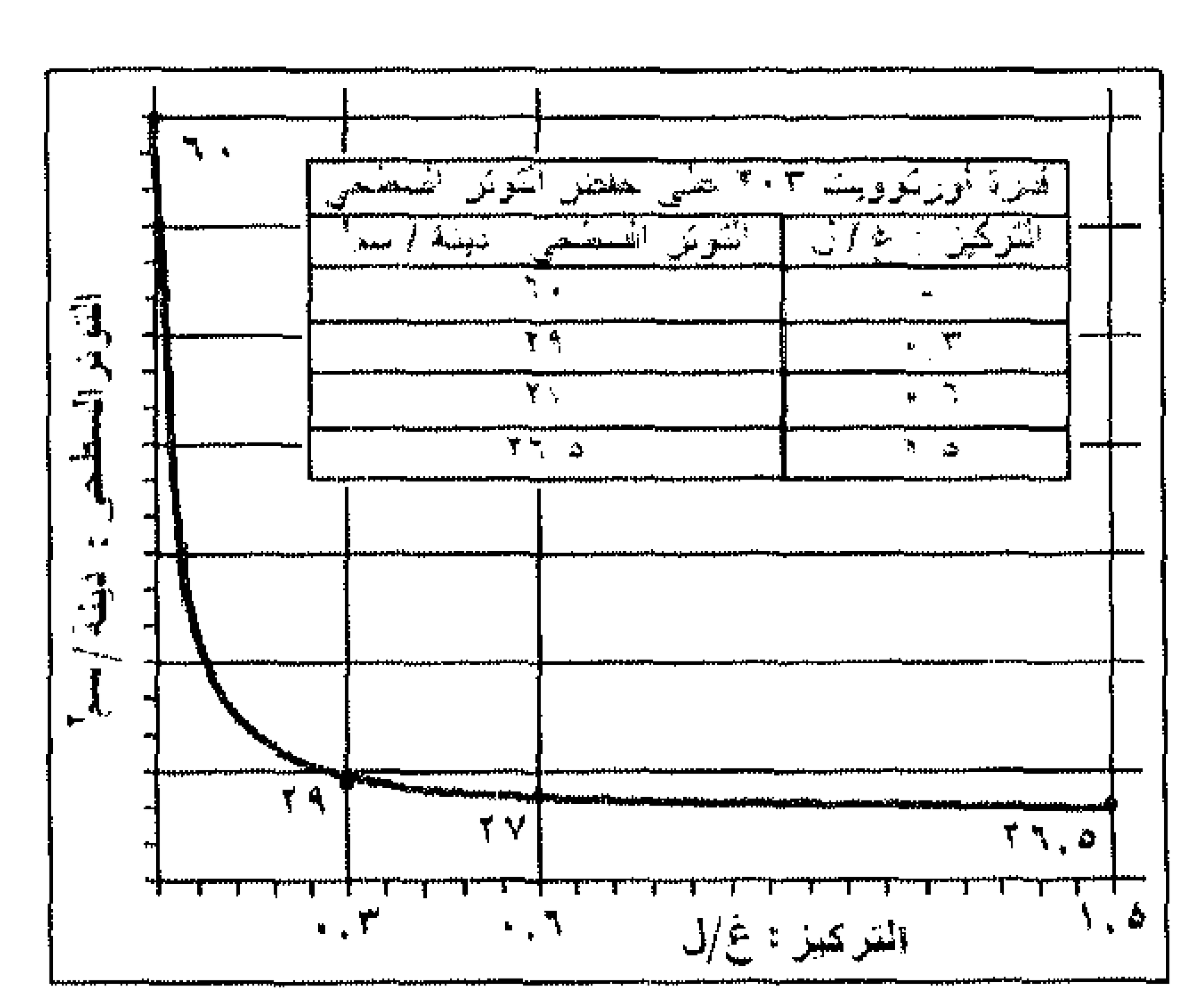
٧-٤-٣- ثبات المواد الفعالة سطحياً تجاه العوامل المؤكسدة والمرجعة: يؤدي تأثر المواد الفعالة سطحياً بعوامل الأكسدة والإرجاع لفقدانها فعاليتها، عموماً وضمن تراكيزها المستخدمة في الحمامات الصباغية نجدها ثابتة.

٧-٥- توظيف العوامل الفعالة سطحياً: لا يمكننا عملياً الفصل الحاد بين العوامل الفعالة سطحياً كأن نقول هذا مبلل فقط وذاك منظف أو مزيل بقع، فأي منهم له مفعول ثلاثي يطغى في خاصة ما عن آخر، ويمكننا إجمال تعريفهم وتميزهم عن بعضهم على الشكل:

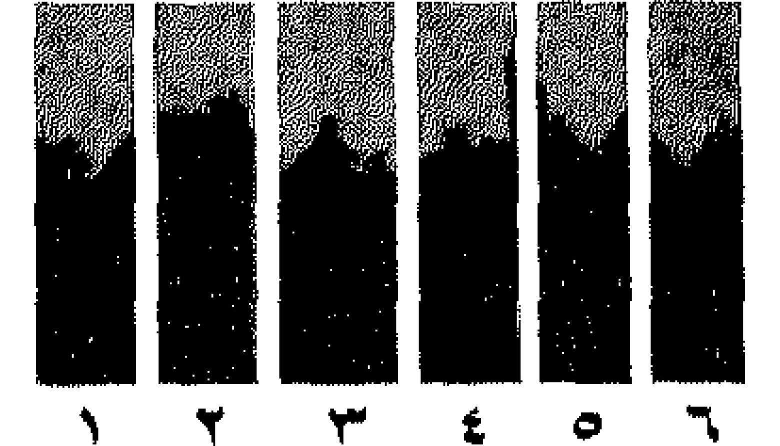
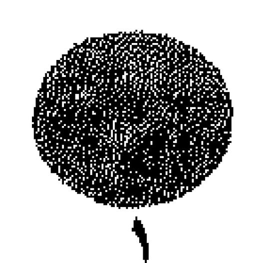
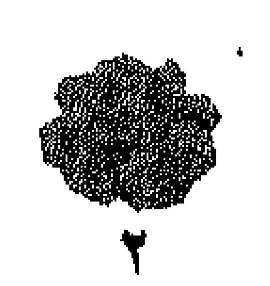
ا- المبللات: مواد فعالة سطحياً، الغرض منها التسريع في تشريب الألياف الخام لماء الحوض الصباغي في جميع مراحله، وتتزايد شدة هذه الخاصية بتحقيق:

- رأس قطبي عالي الفعالية.
- سلسلة قصيرة غير متشعبة ذات روابط مضاعفة وقليلة المتبادلات.

ويبين الشكل ٢٠ مبدأ تحديد التركيز الفعال لعامل مبلل في حوض ما، كما يبين الشكل ٢١ مقارنة مخبرية لفعالية عددٍ من المبللات بالاختبار الكرموتوغرافي أو الصعود الشعري على قماش قطني خام ومعالج بالنشاء.



الشكل ٢٠ : تحديد التركيز الملائم لتطبيق عامل مبلل

<table>
<tr><td colspan="2">اختبار فعالية بعض المبللات بطريقة الامتصاص الشعري على قماش قطني معالج بالنشاء</td></tr>
<tr>
<td>
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦
١- ماء فقط " عينة الشاهد "
٢،٣،٤،٥،٦ : مبللات مختلفة بتركيز ١ غ/ل
لاحظ قدرة المبلل ٢ على اختراق طبقة النشاء</td>
<td> 
١ ٢
١- تبليل جيد: دائرة انتشار منتظمة للمحلول الصباغي
٢- تبليل سيء: لاحظ عشوائية نتيجة التبلل</td>
</tr>
</table>

الشكل ٢١

ب- المنظفات: مواد فعالة سطحياً، الغرض منها حمل شوائب الخامات والماء وحلها أو استحلابها ليصار إلى طرحها خارجاً عند التخلص من ماء الحوض، وتتزايد شدة هذه الخاصية بتحقيق الشروط:

- رأس قطبي فعال.
- سلسلة: أكثر طولاً وتشعبا ومتبادلات، عديمة أو قليلة الروابط المضاعفة.

ج- مزيلات البقع: مواد فعالة سطحياً، الغرض منها حل البقع الزيتية التي تستعصي على المنظفات، وتتزايد شدة هذه الخاصة بتحقيق الشروط:

١- رأس قطبي فعال.

٢- سلسلة أكثر طولاً وتشعباً ومتبادلات.

٣- سلسلة عديمة أو قليلة الروابط المضاعفة، وذات شراهية للماء والطور العضوي كما هو الحال مع زمرة البولي غليكول ايتر.

٤- وجود مذيب عضوي عالي درجة حرارة الغليان نسبياً إن أمكن، علماً بأن استخدام المذيب مرفوض بيئياً وبخاصة المذيبات الكلورية ذات الأثر السام على بكتريا مجاري الصرف الصحي.

ونستعرض في الجدول ٥٢ بعض العوامل الفعالة سطحياً لبعض الشركات والذي يُظْهِر لنا أن ذات الوظيفة كانت لها وظائف متباينة وقدرات متمايزة بحسب تفصيل بنية السلسلة طولاً وتشعباً ومتبادلات.

الجدول ٥٢

بعض المواد الفعالة سطحياً لبعض الشركات العالمية

المادة	الشركة	التركيب	الشحنة	الوظيفة
بيريستال FBL	د. بتري	ألكيل فوسفات	a	مثبت أكسجين ، مبلل وعامل بعثرة
بيري ويت ME new	د. بتري	سلفات الألكيل	a	مبلل لعمليات المرسرة
بيري ويت ELR	د. بتري	ايتوكسيلات أغوال الدسمة	n	طارد هواء منخفض الرغوة ومبلل
بيري ويت SL	د. بتري	ألكيل ايتر فوسفات	a	طارد هواء ومضاد رغوة
انيفسيرول MG	د. بوميه	ألكيل سلفات	a	مبلل
سولبون 4488-BA	د. بوميه	ايتوكسيلات أغوال دسمة	n	منظف لا شاردي
سوبيتول SAN	CHT	استرات حمض الفوسفور	n	مبلل سريع لا رغوي

البغال FFA	سيبا	ايتوكسيلات سلفات ألكيل أريل مع مذيبات	a	طارد هواء ، مسرع انتشاروتخريق
سابونينا SMA	سابو	أميدات حموض دسمة	a-c	مطري مذبذب لجميع أنواع الألياف
سابيدان C25	د. بوميه	مركبات أمونيوم رابعية	c	غاسل لبقايا تصميغ البولي استر
بيرنين PRO		مزيج أغوال خاصة	n	مبلل
بيتالين LFR		محلول مركبات أكسيد الإيتيلين مع مذيب	n	عامل غلي ومزيل بقع
بيرنين AS		ثنائي أوكتيل سلفوسوكسينات الصوديوم	a	مبلل فعال منخفض الرغوة
بيريفاكس	د. بتري	سلفونات الألكان مع ايتوكسيلات أغوال دسمة	a	تعرية للسيليكونات ورزينات إنهاء القطن أو مزائجه مع البولي استر
بيريفكسان RD		مركبات أمونيوم رابعية	c	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة
نيكال A or B	باسف	سلفونات ألكيل نفتالين الصوديوم	a	مبلل

٨- **العوامل المبعثرة:** سبق وأن ذكرنا في بحث مبادئ العملية الصباغية أنه وفي المرحلة الأولى تتعرض الأصبغة عند حلها بالماء للتشرد لتصبح بحالةٍ شبه غروية تدفعها للتجمع على بعضها البعض كما هي حال الصابون في الماء، لذا نضيف ولمنع مثل هذه التجمعات مواداً خاصة يطلق عليها اسم العوامل المبعثرة، إذ تحيط جزيئات العامل المبعثر بجزيئات الأصبغة مانعة إياها من تشكيل هكذا تجمعات " راجع الشكلين ١٥و١٦"، وغالباً ما تنصح الشركات المنتجة للأصبغة بإجراء عملية حل الصباغ على الشكل:

- عجن الصباغ مع بعض الماء الفاتر وما يكفي من العامل المبعثر.
- إضافة الماء الفاتر مع التحريك الجيد.
- الترشيح عبر قماش ناعم ليصير جاهزاً لإدخاله حوض الصباغة.

ومن أهم المبعثرات المتداولة نجد :

٨-١- المركبات غير المشبعة وذات الزمر الضعيفة الشغف بالماء:

- منتجات تكاثف الحموض الدسمة مع البروتينات.
- منتجات تكاثف كلور الحموض الدسمة مع الملح الصوديومي لحمض N- ميتيل أمينو ايتان سلفونيك.
- بولي غليكول ايتر.
- كبريتات الألكيل للبولي غليكول ايتر.

٨-٢- المركبات عديدة الزمر الشغوفة بالماء:

- الزيوت المسلفنة.

- سلفونات الليغنين.
- منتجات تكاثف حمض سلفون النفتالين مع الفورم ألدهيد.

ويعتبر السيتامول الذي أنتجته شركة باسف من أكثر وأقدم العوامل المبعثرة التي دخلت عالم الصناعة النسيجية بعد الزيت الأحمر التركي الذي يحضر من سلفنة زيت الخروع ولم يكن إلا صابوناً أكثر منه مبعثراً، وما زال يشيع استخدام السيتامول إلى الآن وخاصة في أحواض صباغة البولي استر بالأصبغة المبعثرة أو صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض، والسيتامول هو الملح الصوديومي لمنتج تكاثف حمض السلفونيك نفتالين مع الفورم ألدهيد:

$$NaO_3S-C_{10}H_6-CH_2-C_{10}H_6-SO_3Na$$

السيتامول: الملح الصوديومي لمنتج تكاثف حمض السلفونيك نفتالين مع الفورم ألدهيد

وانتشرت في الوقت الحاضر العوامل المبعثرة المحضرة من مجموعة البولي غليكول ايتر انتشاراً كبيراً جداً نظراً للوظائف العديدة التي تقوم بها إلى جانب البعثرة، كخواص التبليل والتنظيف والتسوية والاستحلاب، ولهذه الزمرة الصيغة العامة :

$$R\text{-}O(CH_2CH\text{-}O\text{-})_nH$$

فازدياد طول السلسلة يرفع من شغف المركب باتجاه الطور الزيتي أي من اتجاه المبلل إلى المنظف، في حين يؤدي ازدياد قيمة n لازدياد انحلال المركب بالماء بسبب ازدياد عدد ذرات الأكسجين وبالتالي ازدياد عدد الجسور الايتيرية ما يسبب تراجع القدرة على الاستحلاب والبعثرة.

كما انتشرت وبصورة أقل سلفونات النفتالين كعامل مبعثر، وتم اعتماد مجموعة البولي غليكول ايتر تحت اسم عوامل التسوية والبعثرة وبخاصة للألياف السيليلوزية والبولي أميد، ونرى في الجدول ٥٣ بعضاً من عوامل البعثرة.

٩- **عوامل التسوية:** عند صباغة الأقمشة المصنوعة من ألياف طبيعية أو

خيوط تركيبية على السواء نجد مجموعة من العوامل التي تحول دون التوزع المتجانس للجزيئات الصباغية، ومن أهم هذه العوامل نجد:

- الزيوت المستخدمة للألياف عند غزلها أو النسيج عند حياكته ومدى قابلية استحلابها.
- درجة تعرض الألياف الطبيعية للعوامل الجوية، ودرجة بلمرة الخيوط التركيبية.
- طبيعة الحياكة وشدة ارتصاص الألياف على بعضها، ونمرة الألياف وشدة برمها.
- المعدلات العالية لرفع درجة الحرارة في الحوض الصباغي.
- انخفاض نسبة ومعدلات غزارة ماء الحمام الصباغي عما تستلزم طبيعة ووزن النسيج.
- انخفاض سرعة دوران النسيج عما يلزم.
- تنضد النسيج فوق بعضه البعض بما يؤدي لحدوث ظاهرة التكسير.
- سوء تصنيع الأصبغة وعدم انسجام مجموعة الأصبغة الداخلة في تركيب اللون.
- تلوث الخامات ببعض الملوثات صعبة الإزالة.

الجدول ٥٣

بعض العوامل المبعثرة				
المادة	الشركة	الوظيفة	الشحنة	التركيب
بيرغين ASP	د. بتري	مبعثر للأصبغة على شكل مسحوق	a	سلفونات النفثالين
بيرغين SEF		مبعثر لأصبغة البولي استر بالحرارة العالية		استرات عطرية
ريكوتكس OGM	رودولف	رابط أوليغومير لحمام الصباغة ولما بعد عمليات الإنهاء، والتطرية ومزلقات غزل للبولي استر	n	استرات حموض دسمة
زيت سان DD	Z & S	عامل مبعثر قوي		ايتوكسيلات حموض دسمة
زيت سان PD		مبعثر عديم التأثير على اتجاه ودرجة عمق اللون، فعال بشروط الحرارة العالية	a	سلفونات ألكيل أريل
سيتالان SW	سيتاش	عامل مبعثر		سلفونات عطرية
نراسفيرين DI	د. بوميه	عامل مبعثر وواقي غروي		
ارغازول DAM	سيبا	عامل مبعثر للقطن وللبولي استر		سيتامول

ولكل ما سبق نلجأ لإضافة بعض المواد التي يمكنها ضبط وتجويد عملية توزع الجزيئات الصباغية بشكلٍ متساوٍ على كامل سطح النسيج أو الألياف والخيوط، وتتعلق عملية اختيار المواد بحسب الحالة التي نواجهها، فمن الآليات نجد:

- تحقيق درجة تنظيف عالية من الزيوت بحيث يتجانس كامل سطح القماش في درجة شراهيته لامتصاص الأصبغة.

- تبطيء عملية تشرب الأصبغة وفق آليتي:

أ- إشغال المراكز الفعالة التي يرتبط بها الصباغ كما هو حال البولي أكريلونتريل حيث تضاف مركبات الأمونيوم الرابعية كعوامل مؤخرة كونها أسرع تفاعلاً مع المراكز الفعالة من الصباغ القاعدي ذاته، ولا تلبث أن تنفك عند درجة حرارة معينة نضمن معها حسن توزع الجزيئات الصباغي بشكل أقرب للكمال.

ب- إضافة عوامل مؤخرة ترفع من درجة الحرارة الحرجة للصباغ لربطها به كما هو حال أصبغة الديسبرس مع بعض الحموض الدسمة ومشتقاتها.

ج- إضافة مواد تعزز من الهجرة والهجرة المعاكسة في طور درجة الحرارة الأعلى للحمام الصباغي " مواد إعادة التسوية " كبعض أصناف الحوامل " الكارير" من نمط الاسترات العطرية التي تلعب هذا الدور عند درجات الحرارة ١٣٠°م.

د- حسن اختيار الأصبغة: فتتمايز مثلاً أصبغة الأزرق الخاص بالبولي استر المبينة في الجدول ٥٤ على الشكل:

الجدول ٥٤

ديسبرس أزرق ٥٦	ديسبرس أزرق ١٨٣	ديسبرس أزرق ١٦٥
تسوية جيدة	تسوية متوسطة إلى سيئة	تسوية سيئة

وهذا لا يعني عدم تمايز الجودة بين شركة صانعة للأصبغة وأخرى ، سواء أكان بإضافة متبادلات وزمر خاصة على بنيته الأساسية أو بمواد الإنهاء الخاصة بتحضيره مسحوقاً.

وهذا كله يجب أن يرافقه ضبط لرفع درجات الحرارة وغزارة الضخ في الآلة وتسريع القماش والتخفيف من وزن القماش أو طول الحبل ومنع تركيم القماش فوق بعضه البعض، ونرى في الجدول ٥٥ بعضاً من عوامل التسوية التي تنتجها بعض الشركات العالمية.

الجدول ٥٥

نماذج لبعض عوامل التسوية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريتارد GAN	د. بتري	عامل تسوية ومؤخر لصباغة الاكريليك	c	مركبات أمونيوم رابعية
بيرغين CLM		عامل تعرية وتسوية وهجرة موانع للبيئة لصباغة البولي استر	n	استرات عطرية
بيرغين EU		تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية والنايلون بالأصبغة الحمضية والمعقدة والمبعثرة		ألكيل أمين ايتوكسيلات مع بولي غليكول ايتر
بيرغين MPG		تسوية ومبعثر لبولي استر وثلاثي الأسيتات بالأصبغة المبعثرة تحت الضغط		ايترات عطرية
برلاڤين A		تسوية ومعزز ألفة لأصبغة الأحواض والأصبغة المباشرة، عامل تعرية		بولي ڤينيل البيرليدون
بيريستال RDB		تسوية للألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة	a	سلفونات عطرية
البغال B	سيبا	تسوية لصباغة الصوف بالأصبغة الفعالة	a & c	مشتقات ايتوكسيلات حمض أميني دسم
يونيفادين DIF		عامل تسوية وبعثرة وهجرة ومسرع انتشار للبولي استر بشروط الحرارة العالية	a	استرات عطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية
يونيفادين NT new		تسوية لصباغة النايلون بالأصبغة الحمضية	a	ألكيل أريل حمض السلفون، والكانول أمين ومتعدد الغول
ترانسفيرين DEW	د. بوميه	تسوية ذات مفعول تنظيفي للأصبغة الشاردية	n	بولي غليكول ايتر أغوال دسمة
سينتابال KWL		تسوية للبولي استر بشروط الحرارة العالية		استرات حموض كربوكسيلية
جينوكول MK		تسوية للأصبغة الحمضية المعدنية المعقدة ١:١، والمعدنية المعقدة للسلفونات ٢:١		بولي ايتوكسي ألكيل أمين
ديسبر غاتور SMS	CHT	عامل مبعثر عام وعامل تسوية خاص	a	سلفونات عطرية

ونـرى ومـن خـلال ذات الجـدول أنـه ولـنفس عائلـة المـادة الفعالـة تباينـاً فـي طاقات وميزات المادة، وهو ما نراه جلياً في مجموعة مواد التسوية من نمط الاسـترات العطريـة، أو مـن نمـط ايتوكسـيلات الأغـوال الدسـمة، ولكـن بـين عائلة وأخـرى نـرى فروقـاً كبيرة بحيث لا يحل فـرد من هذه مكـان فـردٍ من تلك، فلزمرة الاسترات العطريـة قدرة علـى رفـع معدلات الهجرة بمـا يمكننـا من اعتمادها لإصلاح عمليات الصباغة غير المتجانسة، وهذا مـا لا تستطيع تحقيقـه زمـرة ايتوكسـيلات الأغـوال الدسـمة، وينحصـر اسـتخدام الاسـترات العطرية في مجال البولي استر، وزمرة الأمينـات الرابعيـة فـي مجـال البولـي أكريلونتريل، أما الايتوكسيلات اللاشاردية فلكل الصـنوف وكتسوية ومبعثـر وعامل استحلاب ...، وكإعـادة تسوية لأصبغة القطـن المباشـرة أو الأصـبغة الحمضية للبولي أميد.

١٠ - **الحوامل " الكارير ":** تُستخدم لصباغة البـولي استر بشروط الضـغط الجـوي العـادي أي ٩٥ °م تقريبـاً بعـض المركبـات الكيماويـة القـادرة علـى خفض درجة حرارة تزجج هذه الخيـوط، أي درجـة الحـرارة اللازمـة لانتفـاخ الخيـوط وتباعـد سلاسـلها عـن بعضـها الـبعض وبالتـالي تَشَكُّل مسـامات بمـا يسمح للجزيئـات الصـباغية بـدء عمليـة التغلغـل وسـط هـذه السلاسـل بفضـل الحركـة الاهتزازيـة التـي تمارسـها كـأثرٍ حـي تقدمـه لهـا طـاقتي الحـرارة والتحريك.

وهنـاك من يعتقد بـأن آليـة عمل هذه المركبـات تقوم علـى قدرتها تشكيل طبقة رقيقة على سطح الخيوط تقوم بحل الأصبغة لتصبح عمليـة الهجرة من طبقة الحامل إلى الخيوط بدلاً عن المـاء إلـى الخيـوط وكأنهـا تقوم بـدور طبقـة الوسيط.

ومن الضروري التنويه هنـا إلـى أن الاعتمـاد علـى الحوامل لا يصـح مـع جميـع أصـبغة الديسـبرس، بـل مـع الأصـبغة ذات الحجـم المتوسـط والصـغير ولتراكيـز محـددة بـالألوان المتوسـطة العمـق إلـى الفاتحـة، وإلا وقعنـا فـي فـخ ضعف الثباتيات أولاً وعدم الجدوى الاقتصادية ثانياً.

وتتمايز أنواع الحوامل عن بعضها البعض لدرجةٍ عاليةٍ في: فعاليتها، ثمنها، رائحتها... وتتوزع الحوامل في صنوفٍ عدة ، ونرى في الجدول ٥٦ أهم المجموعات.

الجدول ٥٦

بعض انواع الحوامل Carrier				
ميتيل نفتالين	CH_3	أورتو فينيل فينول	OH -O-	مشتقات كلور البنزن
الاسترات العطرية	O-R	ثنائي الفينيل	-O-O-	Cl Cl Cl
الاسترات عالية الوزن الجزيبي	R-CO-O-R'	مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة	$X-R-CH_2-Cl$	

وفي كل الأحوال فإن على الحامل تحقيق جملةٍ من الشروط والمواصفات كي يمكننا اعتماده في عالم الصباغة، ومن هذه الشروط نجد:

- الفعالية العالية وثبات مستحلبه طوال فترة الحمام الصباغي.
- التجانس مع مختلف مجموعات الأصبغة والمواد المساعدة.
- عدم تأثيره سلباً على ثباتيات الأصبغة.
- سهولة غسله والتخلص من بواقيه على البضائع المصبوغة بوجوده.
- انخفاض درجة سميته لأصغر حدٍ ممكن وضعف تطايره.

١٠-١- مشتقات كلور البنزن: تتميز بارتفاع فعاليتها ورخص ثمنها، ومن أهم عيوبها تطايرها العالي ما يسبب تكاثف بخارها على جدران الآلات الصباغية ومن ثم تقاطرها مسببةً تبقعاً على النسيج، إضافة لسميتها وتلويثها العالي للبيئة ما دفع بمنعها نهائياً.

١٠-٢- أورتو فينيل فينول: يتميز بخواص تسوية وبعثرة، ويرفع من معدلات بريق اللون، ومن أهم عيوبه صعوبة التخلص من بقاياه إلا بالحرارة الجافة عند ١٥٠°م.

١٠-٣- ألكيل نفتالين: يتميز أيضاً بخواص تسوية وبعثرة مع رفع لمعدلات البريق إضافة لانخفاض رغوته وقلة تطايره، ولا تتطاير بقاياه إلا عند الدرجة ١٥٠°م.

١٠-٤- مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة: تشابه مشتقات كلور البنزن إلى حدٍ بعيد وتتميز عنها بقلة تبقيعها على الصوف بالأصبغة المعلقة، لذا فإنها غالباً ما تستخدم لمزائج الصوف مع البولي استر " الجوخ ".

١٠-٥- الاسترات عالية الوزن الجزيئي: تُعْتَبَر عوامل بعثرة وتسوية وتعرية للبولي استر، تستحلب ذاتياً بالماء الحار، ضعيفة الفعالية دون الدرجة ١٠٠°م وعالية الفعالية فيما بين ١٢٠-١٣٠°م، إذ ترفع معدلات الهجرة والتسوية بشكل جيد، وتستخدم كعامل تعرية عند درجة الحرارة ١١٠-١٢٠°م، وتتميز بقلة تطايرها وعدم تخليفها لبقايا كأنواع الحوامل الأخرى إضافةً لعدم تأثيرها سلباً على الثباتية على النور.

١٠-٦- الاسترات العطرية: تتميز بقدرتها العالية على التسوية والبعثرة، تؤثر سلباً على الثباتية على النور، وغالباً ما يكون استخدامها على الآلات المغلقة لأن معظمها لا يبدأ عمله قبل درجة الحرارة ١١٠°م، لذا فإنها تستخدم هنا كمعزز هجرة ولرفع نسبة استنزاف الحمام، ولا تزول بقاياها إلا عند الدرجة ١٥٠°م.

١١- **مضادات التكسير:** يحدث التكسير عادةً لعدة أسباب متداخلة مع بعضها البعض، وعلينا اجتنابها جميعاً في آنٍ معاً لتلافي هذه الظاهرة، إذ يبدو التكسير عادةً على شكل خطوطٍ متقاطعة ومتشابكة، وقد تصيب هذه الظاهرة النسيج ذاته أو عملية الصباغ أو الاثنين معاً حسب ظروف وشروط الحمام الصباغي، ومن أهم أسباب التكسير:

أ – الوزن النوعي العالي للقماش: ويلعب هذا العامل دوره بطريقتين:

<u>ايجابية:</u> لأنه يعني أن حبل القماش سيكون أقصر طولاً ما يعني عدد دورات أكبر للنسيج في وحدة الزمن.

<u>سلبية:</u> إذ يؤدي تنضد النسيج فوق بعضه البعض لحدوث التكسير، وفي حال طبقت عملية تثبيتٍ حرارية للقماش قبل الصباغة فإن احتمالات التكسير ستتراجع كثيراً بوصولنا لدرجات الحرارة العالية، كما يرتبط هذا العامل كثيراً بتصميم آلة الصباغة وطريقة توضع وحركة النسيج في حوضها،

ودرجة فعالية القاذف وغزارة الضخ من خلاله، وهذا ما يميز آلات التدفق وفق طريقة الشلال الأكثر أماناً هنا عن الآلات ذوات القواذف القوية أو العالية الغزارة.
ب – معدل تدفق سائل الحمام الصباغي: ذلك أنه وكلما زاد هذا المعدل زاد التجانس الحراري للسائل في أجزاء الآلة والقماش على حدٍ سواء، علاوة عن أن ارتفاع درجة تجانس مواد الحمام الصباغي إلا أن نتجاوز درجة غزارة حدية تبدأ بعدها عمليات نقض تبعثر ما يستوجب رفع كميات عوامل البعثرة والتسوية.
ج – معدل ارتفاع درجات الحرارة: إذ يتوجب علينا الالتزام بمعدلات ارتفاع درجات الحرارة التي تنصح بها الشركات المنتجة للأصبغة، إذ أن ارتفاع درجة حرارة السائل الصباغي الحبيس عند خط التجعد عما حوله يعني ظهور الخطوط الغامقة لشروبها نسب صباغ أعلى، وبخاصة للأصبغة ذوات الحجم الصغير أو المتوسط والتي لها درجة امتصاص حرجة منخفضة ولم يرافقها زمن تخمير كافٍ " زمن البقاء عند درجات الحرارة العالية " لتتسنى لها عملية إعادة التسوية.
د – معدل دوران حبل الغسيل في الآلة: فكلما زاد الزمن اللازم لدوران الحبل زادت احتمالات التكسير وعدم التجانس في تسوية الصباغ، والشائع أنه لا يجوز أن يتجاوز زمن دوران الحبل مدة الثلاث دقائق.
هـ - تصميم آلة الصباغة: فقد وُجِدَ أن الحوض الأفقي ذي نسب الماء العالية والذي يتدفق بنسبٍ عالية ودون ضغط يساعد على اصطفاف النسيج خلف بعضه البعض، في حين أن آلات الحوض الكروي ذات نسب الماء المنخفضة تتسبب بتكسر القماش لتنضده فوق بعضه البعض.
و – زمن ودرجة حرارة التخمير: ذلك أنه يمكننا إصلاح الكثير من الأخطاء بالبقاء عند درجة الحرارة العالية للصباغ " البولي استر ١٣٠ °م، البولي أكريلونتريل: ١٠٢ °م، الأصبغة المباشرة للقطن والحمضية للبولي أميد : ٩٥°م ..."، إذ تتوفر للصباغ بشروط الحرارة العالية تعزيز عمليتي الهجرة

وإعادة الهجرة وبالتالي عملية إعادة تسوية تتجاوز فيها أخطاء رفع الحرارة، وترتبط الفائدة من عملية التخمير بنوع الصباغ وحجم جزيئاته وكميته ونوعية ونسب المواد المساعدة المضافة للحمام الصباغي.

ز – معدل انخفاض درجة حرارة الحمام الصباغي: إذ تنصح معظم شركات الأصبغة أن تكون معدلات خفض درجة الحرارة دون معدلات ارتفاعها، إضافة لضرورة تبريد درجة حرارة الحوض لأدنى درجة حرارة ممكنة دون أن يتوقف القماش عن الدوران.

١١-١- آلية عمل المواد المانعة للتكسير: يوافق كل نوع من أنواع الألياف زاوية إجهاد وضغط ودرجة حرارة معينتين يبدأ عندها حصول ظاهرة التكسير والتي لا يتمكن عندها القماش للعودة لحالته الأصلية عند رفع هذه الإجهادات، لذا فإن مهمة موانع التكسير تتجلى على الشكل:

أ- منح القماش قدراً من الليونة تساعد على تصعيب الشروط اللازم تحقيقها للتكسير.

ب- منح القماش خاصية الانزلاق كي تساعده على عدم التنضد فوق بعضه البعض زمناً طويلاً نسبياً.

ج- رفع معدلات التسوية والبعثرة.

لذا فإنه غالباً ما تتميز موانع التكسير بالخواص:

أ- ارتفاع وزنها الجزيئي وطبيعتها الدهنية.

ب- شحنتها الشاردية السالبة أو اللاشاردية.

ج- سهولة امتصاصها، وعدم تعارضها مع مواد بناء الحمام الأخرى.

ونرى في الجدول ٥٧ بعض موانع التكسير المنتجة لبعض الشركات العالمي.

الجدول ٥٧

بعض مضادات التكسير لبعض الشركات العالمية " الشحنة: سالبة "			
المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
سيبا فلويد C	سيبا	مزلق مانع للتكسير لعمليات الإنهاء الرطبة للنسيج ولكل أنواع الخيوط	محلول مائي لبولي مير مشترك مع البولي ايتر

بيريلان FOS	د. بتري	مضاد تكسير ضعيف الرغوة بخواص تسوية وبعثرة وهجرة للبولي استر ومزائجه	ألكيل فوسفات وايتوكسيلات أغوال دسمة
بيريلان NHS		مضاد تكسير لا شاردي ومطري	أميدات حموض دسمة مع شموع خاصة
بيريلان VF		مضاد تكسير عديم الرغوة لجميع أنواع الألياف	بولي أكريلات
تيبولان MDF	د. بوميه	مضاد تكسير منخفض الرغوة للبولي استر، وعامل تسوية وهجرة	استرات حمض الفوسفور مع عوامل استحلاب
تيبولان LF		مضاد تكسير ومزلق لا رغوي للألياف السيليلوزية ومزائجها	مزيج سلفونات
توبانول DF-JET		مضاد تكسير وتسوية رغوي للألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة على آلة الجت	مشتقات حموض أميدية غروية
ريكولين JED	رودولف	لتبييض وصباغة القطن والفيسكوز، الصوف، البولي استر، البولي أميد، الاكريليك ومزائجها، منخفض الرغوة، مطري ومزلق، مقاوم للقلويات والأملاح وللحرارة العالية	بولي أكريل أميد

كما نرى في الجدول ٥٨ مقارنة بين مضاد تكسير صنعي وآخر دسم.

الجدول ٥٨

جدول دراسات المقارنة التحليلية لنمط مضاد تكسير صنعي مع أنماط أخرى منافسة		
الخاصة	صنعي	من نمط الحموض الدسمة أو الزيتية
نوعية المنتجات الممكن تطبيقه عليها.	جميعها	بعضها
المفعول المؤخر، مشاكل التبقيع، الترسبات التأثير السلبي على المردود اللوني	ليس له	ممكن
الثباتية تجاه: الحموض، القلويات، الأملاح، منع التكسير	أفضل بكثير	
التزليق	أفضل	
المفعول المطري بعد المعالجة	ليس له	أفضل

١٢ - **مضادات الرغوة:** يستلزم بناء الحمام الصباغي بعض المواد المسببة لتشكل الرغوة وبالتالي إعاقة الدوران المنتظم للخامات في آلة الصباغة، واحتباس الجزيئات الصباغية ضمن الفقاعات والتي يتسبب انفجارها ترذيذ تلك الجزيئات بصورة عشوائية، لذا فقد بحثت الشركات المنتجة للأصبغة والمواد المساعدة عن موادٍ يمكنها منع تشكل الرغوة لتسوقها باسم مضادات الرغوة Anti foaming، وأخرى تمنع تجمع الهواء بين ثنايا النسيج لتسوقها باسم موانع الهواء Deaerating agents.

وفي حين أنه يتم تسويق مضادات الرغوة كمواد وحيدة الوظيفة، فإن موانع الهواء تُسوق بأكثر من وظيفة، وغالباً ما يكون عامل مبلل أو منظف أو ... مانعاً من تشكل الرغوة، ونرى في الجدول ٥٩ بعض مضادات الرغوة ومضادات التهوية لبعض الشركات العالمية.

الجدول ٥٩

بعض مضادات الرغوة والتهوية لبعض الشركات العالمية

المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيري فوم AFL	D. PETRY	مضاد رغوة سيليكوني	n	بولي سيلوكسان
بيري فوم BAO		مضاد رغوة صديق بيئة خالي من السيليكون والزيوت المعدنية		استرات حموض دسمة وايتوكسيلات أغوال دسمة
بيري ويت SL		مضاد رغوة مع خواص طارد هواء	a	ألكيل ايتر سلفات
بيري ويت SLN		مضاد تهوية مع خواص مضاد رغوة	n	ايتوكسيلات أغوال دسمة مع فوسفات الألكيل
ألبغال FFA	Ciba	طارد هواء ومسرع تخريق مع خواص مضاد الرغوة	a	مذيب حاوي سلفات الكيل أريل بولي غليكول ايتر
روستول ASA	Rodolf	للعمليات الرطبة على النسيج في الحمامات العالية معدلات الغزارة، ولمثخنات الطباعة الطبيعية والصنعية	n	ايتوكسيلات أغوال دسمة ، حمض السيليس ، وفحوم هيدروجينية
كونتريبون MOF	Z&S	مضاد رغوة عام ، خالي من المركبات السيليكونية والزيوت المعدنية		أغوال صنعية
انتوشومير ATB	Dr. Bohme	مضاد رغوة لا سيليكوني		مزيج هيدروكربونات أليفاتية

الباب الرابع

١. معالجة المياه.
٢. المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية.
٣. المعالجة الأولية للألياف الصوفية.
٤. المعالجة الأولية لألياف الحرير الطبيعي.
٥. المعالجة الأولية للخيوط التركيبية.
٦. المبيضات الضوئية.

البحث الأول

معالجة المياه

١ ـ عسرة المياه ودرجاتها: تحوي جميع أنواع المياه على مجموعةٍ من الشوائب قد تتباين كثيراً أو قليلاً من مصدرٍ أو من وقتٍ لآخر، ومهما يكن من أمر فإننا نطلق على الماء عند محتوىً معيناً من الشوائب اسم الماء العسر، ويتحول لماءٍ يسر بتخلصنا منها، ويصنف الماء العسر إلى:

- عسر مؤقت: وتسببه شوارد ثاني كربونات الكالسيوم أوالمغنيزيوم، أي " أملاح حمض الكربون ".
- عسر دائم: وتسببه الشوارد اللاكربوناتية كشوارد الكبريتات والكلور والسيليكات.

ويمكننا عموماً تقسيم الماء إلى درجات عسرة رئيسة أربع كما نرى في الجدول ٦٠:

الجدول ٦٠

تصنيف المياه بحسب درجات العسرة				
التوصيف	يسر	متوسط العسرة	عسر	عسر جداً
محتوى الأملاح الذائبة " p.p.m "	≥ ١٠٠	١٠٠-٢٠٠	٢٠٠-٣٠٠	≤ ٣٠٠

أما عن الشوائب التي يحويها الماء فهي: الأملاح، الغرويات، المعلقات والغازات.

٢ ـ شوائب المياه العسرة:

٢-١- الأملاح: وأهمها:

- ثاني كربونات وكبريتات وكلوريدات الكالسيوم والمغنيزيوم.
- كبريتات وكلوريد الصوديوم.
- السيليكا " أملاح حمض السيليس ".
- أملاح الحديد والألمنيوم ...

٢-٢- الغرويات: وهي مركبات عالية الوزن الجزيئي، يمكننا التخلص منها

عبر عملياتِ ترسيب ببعض الكيماويات والعوامل المخثرة والتي نجد منها:

- شب الألمنيوم والبوتاسيوم.
- أملاح الحديد: كبريتات الحديد، كلوريد الحديد.
- كبريتات الألمنيوم.
- بعض المركبات البوليميرية الحديثة العهد مثل المشتقات البولي كربوكسيلية السالبة الشحنة.
- بعض المركبات الموجبة الشحنة كبعض المركبات الأمينية الخاصة بمعالجة المياه والقادرة على ربط المركبات العضوية السالبة الشحنة كالأصبغة.

٢-٣- المعلقات: وأهمها أملاح حمض السيليس، وتقوم عمليات التخلص منها على أربعة مراحل:

- الترشيح: عبر مرشحات مفتوحة أو مضغوطة وبأقطار فتحات مناسبة.
- الترسيب والترقيد.
- التخثير الكهرباني: باستقطاب حبيبات المرشح لبعض شوارد الماء.
- المعالجة البيولوجية: وتتضمن التخلص من الشحوم والزيوت والكائنات الحية التي تعمل على تغيير الخواص الطبيعية والكيماوية للماء ما يسبب خطورةً كبيرةً على أنابيب المراجل البخارية.

٢-٤- الغازات: قد تحوي بعض المصادر المائية كماً من الغازات الضارة مثل ثاني أكسيد الكربون CO_2، كبريت الهيدروجين H_2S، وبعض الغازات الناتجة عن تفاعلات حيوية كمركبات الآزوت، ويتم التخلص من هذه الغازات بقرقرة غازات أخرى مثل الأكسجين والآزوت والكلور أو أول أكسيد الكلور لقتل البكتريا ولإزالة الرائحة، ومن ثم يعرض الماء لضغطٍ منخفض في محطات خاصة للتخلص من الأكسجين والبواقي الغازية الأخرى التي تعمل على تآكل الأنابيب داخل وخارج المراجل، ويتم عملياً رفع درجة حرارة الماء الداخل للمراجل أولاً لطرد هذه الغازات وفق قاعدة

انخفاض نسبة الغازات المنحلة مع ارتفاع درجة الحرارة.

٣- قياس القساوة: تقوم عمليات معايرة درجة القساوة على زمرة خاصة من المركبات المعقدة والتي يُطلَق عليها اسم مجموعة المركبات المخلبية " الشلات " والتي تحوي على أكثر من زمرة مانحة أي زمرة تحوي أزواجاً الكترونية غير متشاركة تمكنها من تشكيل روابط تساندية، ومن أهمها المركبات الأمينية التي تُباع تحت اسم كومبلكسون أو ڤيرسين كايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA.

$(HOOC\text{-}CH_2)_2 > N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N < (CH_2\text{-}COOH)_2$	ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل **EDTA: E**thylen **Di** amin **T**etra **A**cetic acid

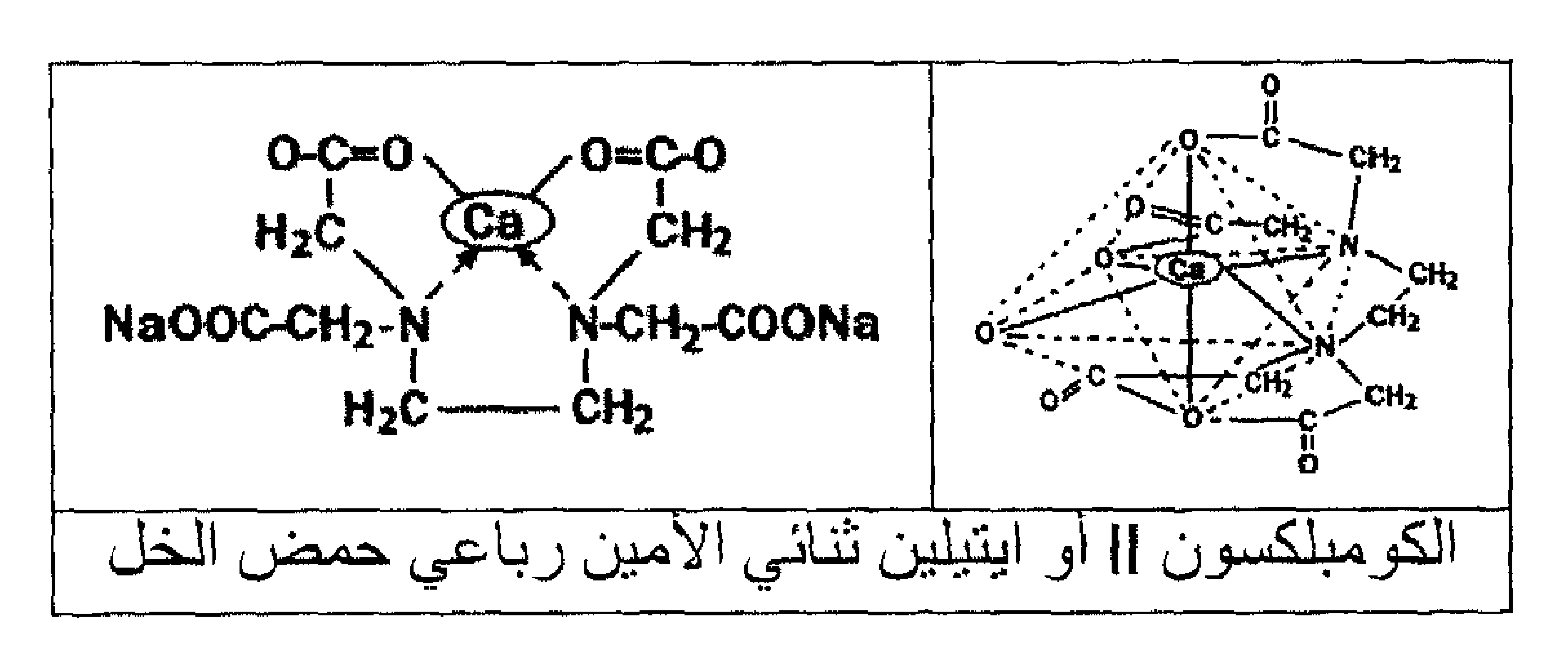
ويُعَدُ هذا المركب حمضاً ضعيفاً يتم تداوله على شكل ملحه الصوديومي، أي كملحٍ ضعيفٍ رباعي الأساس، ويمكن للحمض أن يفقد شاردتي الهيدروجين الأولى والثانية بسهولة مقارنةً مع الثالثة والرابعة، كما أن الحمض ضعيف الانحلال بعكس ملحه الصوديومي Na_4Y، لذا فإن المعتمد في الكيمياء التحليلية عموماً هو الملح الثنائي Na_2H_2Y لأن الحمض ضعيف الانحلال والملح الرباعي شديد الحلمهة.

يمكننا الحصول على الملح الثنائي بدرجةِ نقاوةٍ عاليةٍ، وتشكل شارسبات هذا الملح معقداتٍ ثابتةٍ مع الشوارد المعدنية ذوات أرقام الأكسدة +٢، +٣، +٤، ويكون الارتباط عموماً على أساس شارسبة غرامية من الملح مع شارجبة غرامية من المعدن:

تفاعل حمض وأملاح الـ EDTA			
M^{++}	$+ H_2Y^{--} \rightarrow$	MY^{--}	$+ 2H^{++}$
M^{+++}		MY^{-}	
M^{++++}		MY	

ويتوقف مدى تشكل هذه المعقدات على درجة حموضة المحلول، فقد وجد عملياً أن معقدات الشوارد الثنائية تكون ثابتة في الوسط القلوي أو الحمضي

الضعيف، وبالتالي يتوجب زيادة حموضة الوسط عند ازدياد شحنة الشارجبة، وعليه فإنه يمكن لجميع الشوارد أن ترتبط بهذا العامل المخلبي، إذ نجده مثلاً مع شاردة الكالسيوم على الشكل:



الكومبلكسون II أو ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل

3-١- مراحل إجراء المعايرة:

3-١-١- المشعرات: ومن أهمها: الموركسيد، أريوكروم بلاك T ، الكروم الحمضي الأزرق الغامق.

أ- الموركسيد $[NH_4(C_8O_6H_5N_5)H_2O]$: وهو الملح النشادري لحمض البوربوريك، ونجده على شكل مسحوق أحمر غامق قليل الذوبان في الماء، محلوله بتركيز ٠.٠٥ أحمر بنفسجي، ويشكل مع شارجبات الكثير من المعادن معقدات حمراء أو صفراء غير ثابتة.

وبما أن محلوله المائي غير ثابت فإننا نمزجه جافاً مع كلوريد الصوديوم بنسبة ١/١٠٠، ويُضاف من المخلوط لدورق المعايرة ٢٠-٣٠ ملغ.

ب- الأريوكروم بلاك T: وهو صباغ حمضي من مجموعة أصبغة الآزو، ويلعب دور المشعر الحمضي والقلوي، إذ ينقلب عند حموضة ٦.٣ من أحمر إلى أزرق، وعند حموضة ١١.٥ من الأزرق إلى البرتقالي، لونه كمشعر أزرق أما معقداته فحمراء اللون، يذوب في الغول مشكلاً محلولاً ضعيف الثبات، لذا فإنه يُحضر عملياً على شكل مخلوطٍ جافٍ مع كلوريد الصوديوم بنسبة ١/٢٠٠، ويقوم بعمله كمشعر على أساس أن معقده مع المغنيزيوم أحمر ارجواني، وبإضافة زيادة من الفرسين تتحد هذه الزيادة مع المغنيزيوم ما يحرر الصباغ العضوي الذي يتميز بلون أزرق سماوي، فأثناء

المعايرة وبإضافة الفرسين يجري التفاعل:

$$H_2Y^{--} + Ca^{++} \rightarrow CaY^{--} + 2H^+$$

ويبدأ الفرسين بوصوله لنقطة التعادل بتخليص المشعر من شوارد المغنيزيوم ليحرره للونه الأزرق السماوي:

$$H_2Y^{--} + MgZ^- \rightarrow MgY^- + HZ^{--} + H^+$$

حيث Z^{--} شارسبة المشعر، وقد وجد أن أفضل الشروط للمعايرة عند حموضة **pH:10**، لذا فإننا نلجأ لاستخدام محلول موقي من ماءات وكلوريد النشادر عند إجراء المعايرة.

جـ : الكروم الحمضي الأزرق الغامق ($C_{16}H_{10}O_9N_2S_2NH_2$): صباغ عضوي يشبه الآريوكروم إلا أنه أكثر حساسية منه، يذوب جيداً في الغول وبشكل محدود في الماء، ولا يتم تحضير خليط جاف منه لثبات محاليله المائية.

٣-١-٢- خطوات العمل:

أ- تحضير محلول ٠.٠١ جزيئي من H_2YNa_2: يوجد هذا الملح متبلوراً مع جزيئتي ماء وبالتالي فإن وزنه الجزيئي ٣٧٢.١، يُسخَن مقدارٌ منه حتى ٨٠°م للتخلص من الرطوبة، ومن ثم يوزن ٣.٧٣ غرام بدقة وتحل في ليتر من الماء المقطر، ويمكننا التأكد من صحة عياره بمحلول ٠.٠١ جزيئي من شاردة الكالسيوم والمغنيزيوم.

ب- تحضير المشعر: يمزج ٥٠٠ مل من المشعر الصلب مع ٥٠ غرام من مسحوق كلوريد الصوديوم النقي ونتابع المزج حتى التمام.

جـ- تحضير المحلول الموقي ذي **pH:10**: يمدد ٥٨ سم^3 نشادر كثيف مع ٢ غ من كلوريد النشادر بالماء المقطر حتى يصبح الحجم الكلي ١٠٠ سم^3.

د- إجراء المعايرة: يؤخذ ١٠٠ سم^3 من الماء المراد اختباره في فيول نظيف، ويضاف له ٠.٥ سم^3 من حمض كلور الماء الممدد و٥ سم^3 من المحلول الموقي ونثرةَ مشعرٍ صغيرة بحجم رأس الدبوس فيتلون الماء بلون وردي إلى خمري الذي هو لون المشعر مع المغنيزيوم، ثم نبدأ بإضافة محلول

۰.۰۱ جزيئي من محلول الفيرسين حتى انقلاب اللون إلى الأزرق واختفاء اللون الزهري تماماً.

تحول لون الماء المراد معايرة قساوته				
عديم اللون		وردي إلى خمري		أزرق
	←		←	
الماء القاسي		لون مشعر الأريوكروم بلاك T مع شوارد المغنيزيوم		لون مشعر الأريوكروم بلاك T مع الفرسين

۳-۱-۳- حساب القساوة: بما أن تراكيز الأملاح لا تزيد عادة عن ۰.۰۱ نظامي فقد وجد أنه من الأنسب الاعتماد على سلمٍ وحداتٍ صغيرة للتعبير عن درجة القساوة.

فبما أن نظامية المحلول تعبر عن عدد المكافئات في الليتر لذا تستعمل وحدات الميلي مكافىء/ليتر، وهكذا فإن المحلول ۰.۰۱ نظامي يعادل ۱۰ ميلي مكافىء/ليتر.

ونجد أيضا واحدة الجزء من المليون " ج.م.م p.p.m "، والتي تعني أن الماء ذي العيار ۱ ميلي مكافىء يحوي ۱۰۰۰/۵۰ غرام من كربونات الكالسيوم/ ليتر، أي ۵۰ ملغ في ۱۰۰۰ غ ماء تقريباً أي 50 p.p.m باعتبار أن الوزن الجزيئي لكربونات الكالسيوم يساوي ۱۰۰، وأخيراً نجد الوحدة الفرنسية: فعندما نجد ۱۰$^{-٤}$ شاردة غرامية من شوارد الكالسيوم في الليتر نقول أن درجة قساوته ۱ درجة فرنسية، وبالتالي فإننا عندما نعاير مقدار ۱۰۰ سم^{۳} من الماء بمحلول الفرسين ۰.۰۱ جزيئي فإن عدد السم^{۳} اللازمة للمعايرة يساوي درجة القساوة الفرنسية ، أي أن :

$$M_1V_1 = M_2V_2 \ : Versen = 0.01\ M \Longrightarrow$$

$$100 \times M_1 = 0.01 \times A \Longrightarrow (0.01/100)\ A = 10^{-4}\ A$$

التركيز الجزيئي لـ : Ca^{++} & Mg^{++} (← M_1)

عدد الميليمترات المستخدمة (← A)

الدرجة الفرنسية (← $10^{-4} A$)

<u>ملاحظة هامة:</u> إذا كان محتوى الماء من شاردة المغنيزيوم ضعيفاً فإن تغير اللون قد لا يكون واضحاً، لذا فإننا نقوم بإضافة ۱ غرام من كلوريد المغنيزيوم سداسي الماء $MgCl_2.6H_2O$ لمحلول الفرسين عند تحضيره، ونعاير بمحلول ۰.۰۱ جزيئي من شاردة الكالسيوم أو المغنيزيوم، أي

المعايرة بالطريقة غير المباشرة، ونرى في الجدول ٦١ درجات القساوة منسوبة لبعضها البعض:

الجدول ٦١

جدول تحويل درجات القساوة						
الوحدة	ميلي مكافيء	درجة فرنسية	درجة انكليزية	درجة أمريكية	درجة ألمانية	ج.م.م
ميلي مكافيء	١	٥	٣.٥	٢.٩	٢.٨	٥٠
درجة فرنسية	٠.٢	١	٠.٧	٠.٥٨	٠.٥٦	١٠
درجة انكليزية	٠.٢٨٦	١.٤٣	١	٠.٨٣	٠.٨	١٤.٣
درجة أمريكية	٠.٣١	١.٧٢	١.٢	١	٠.٩٦	١٧.٢
درجة ألمانية	٠.٣٥٨	١.٧٩	١.٢٥	١.٠٤	١	١٧.٩
ج.م.م	٠.٠٢	٠.١	٠.٠٧	٠.٠٥٨	٠.٥٦	١

أصل الواحدات وتفسيرها		
1 p.p.m	=	1 m.g $CaCO_3$ in 1.0 lit water
d.H	=	10 m.g CaO in 1.0 lit water
1 Clark	=	10 m.g $CaCO_3$ in 0.7 lit water
1 f.H	=	10 m.g $CaCO_3$ in 1.0 lit water

جدول التحويل عن BASF				
	1 p.p.m (USA)	D	GB	F
1 p.p.m (USA)	١.٠	٠.٠٥٦	٠.٠٧	٠.١
D	١٧.٩	١.٠	١.٢٥	١.٧٩
GB	١٤.٣	٠.٨	١.٠	١.٤٣
F	١٠.٠	٠.٥٦	٠.٧	١.٠

٤- **عمليات التحلية ومبادئها:** تعني عملية التحلية Sequestering ربط أو حجز أو عزل شاردة معدنية لمنعها من الترسب، ونجد طرقاً ثلاث لمعالجة عسرة المياه: طريقة الكلس والصودا، طريقة التبادل الشاردي، طريقة المعالجة بالكيماويات.

٤-١- طريقة الكلس والصودا: ويُضاف فيها الكلس المطفأ " ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ " مع كربونات الصوديوم إلى الماء فتترسب شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم المسببة للعسر المؤقت الناشيء عن وجود البيكربونات، وكذلك أملاح كبريتات الكالسيوم وكلوريد المغنيزيوم بحسب معادلات العسر المؤقت التالية :

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2\ CaCO_3 + 2\ H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2\ CaCO_3 + Mg(OH)_2 + H_2O$$

ولكون كربونات الكالسيوم أقل انحلالاً من كربونات المغنيزيوم فإنها تترسب أولاً.

أما معادلات العسر الدائم فتتم بتحول كلوريد الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم بفعل كربونات الصوديوم ما يؤدي لترسبها وفصلها :

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \leftrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \leftrightarrow CaCl_2 + Mg(OH)_2$$

وهكذا نجد أنه من الممكن التخلص من العسر المؤقت والدائم بإضافة ما يلزم من الكلس المطفأ وكربونات الصوديوم، وقد تضاف أحياناً سيليكات الصوديوم لتساعد على تخثر الراسب Coagulating the precipitate، وتتم هذه العملية في أحواض خاصة بعد إتمام عملية الترسيب، وتعتمد الكمية اللازمة من الكلس المطفأ والصودا آش على درجة عسرة المياه، وغالباً ما تؤدي هذه الطريقة بنا إلى ماء درجة عسرته بحدود ٨ ج.م.م أو أقل.

٤-٢- طريقة التبادل الشاردي: يُمرر الماء العسر الحاوي شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم على مركبات تسمى الزيوليت مثل مادة الأنالسيت ليتم استبدالهما بشوارد أخرى كالصوديوم مانعة حدوث عمليات الترسيب:

$$Na_2O.Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O + Ca^{++} \rightarrow CaO.Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O + 2\ Na^{+}$$

وتؤمن هذه الطريقة حصولنا على مياه بدرجة قساوة الصفر، ليبدأ الزيوليت بالتخامد فنعود لتنشيطه بملح الطعام ليعود إلى أصله من جديد:

$$CaO.Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O + 2\ NaCl \rightarrow Na_2O.Al_2O_3.4SiO_2.2H_2O + CaCl_2$$

٤-٢-١- الراتنجات الحديثة: تدخل الأمينات الثنائية العطرية والأمينو-فينولات والأمينات كالفينول في تفاعل تكاثفٍ متعدد مع الفورم ألدهيد بسهولة، ونحصل باعتماد نسب تفاعل ودرجة حموضةٍ معينتين على بولي ميرات عالية الوزن الجزيئي وذاتِ تركيبٍ فراغي شبكي، ويكون لهذه البولي ميرات شكل حبات الزجاج الأسود أو البني القاتم، غير ذوابة بالماء أو بالمذيبات الأخرى، كما أنها تنتفخ بالماء وبالمحاليل الملحية والحموض.

ونظـراً لاحتـواء هـذه المركبـات علـى مجمـوعتي -NH- و NH_2- القطبيتين وذوات الخواص القلوية فإنهما يشكلان عند انتفاخهما بالماء شاردة هيدروكسيل OH– وشاردة موجبة ضخمة الجزيء وغير قابلة للذوبان ما يجعلنا نعتبرها أسساً ضعيفة ذات وزن جزيئي عالي، وأهم ما يميز هذه البولي ميرات قدرتها على الدخول في تفاعل تبادل مع المحاليل الكهرليتية لتكوين أملاح وفق التفاعل التالي:

$$\left[\text{(OH)C}_6\text{H}_3\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_2\text{(OH)-CH}_2\text{-N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3\text{OH}^- \right]_n + HCl \rightleftharpoons \left[\text{(OH)C}_6\text{H}_3\text{-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_2\text{(OH)-CH}_2\text{-N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3\text{Cl}^- \right]_n + HOH$$

ونتيجة انتفاخ أو انتباج هذا البولي مير بتـأثير المحاليل الملحية تزداد سرعة انتشار الشوارد فيه ما يرفع من سرعة التبادل الشاردي برغم عدم ذوبانه حتى يتم التبادل على كامل الوظائف القابلة للتبادل فيه " أي الوصول لحد الإشباع أو استنزاف كامل سعته "، وإذ ذاك نعمد لتجديد الرزين بمعالجته بمحاليل ملحية أو حمضية أو قلوية بحسب طبيعة وظائفه الأساسية كما هو الحال مع الآنالسيت.

ويمكن لهذا البولي مير أن يدخل بتفاعلٍ عكسي مع المحاليل الكهرليتية ما أمكننا أن نعتمدها كمرشحاتٍ للتبادل الشاردي يمكننا معها استخلاص الشوارد من المحاليل الكهرليتية المراد معالجتها أو تنقيتها، ولذلك أُطلِقَ عليها اسم راتنجات التبادل الشاردي. ونجد منها على سبيل المثال راتنج السلفو- بولي فينولات :

راتنج السلفو- بولي فينولات: يتم اصطناع هذا الرزين من تكاثف حمض البارا – فينول – سلفونيك مع الفورم ألدهيد:

$$\text{-C}_6\text{H}_2\text{(OH)(SO}_3\text{H)-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_2\text{(OH)(SO}_3\text{H)-CH}_2\text{-}$$

وهي حموض عالية الوزن الجزيئي غير ذوابة بالماء ولكنها تنتفخ فيه، وتمتص الشوارد الموجبة من محاليل الأملاح المائية بسهولة وفق التفاعل:

$$\text{-[C}_6\text{H}_2\text{(OH)(SO}_3\text{H)CH}_2\text{]}_n\text{-} + n\,Me^+X^- \rightleftharpoons \text{-[C}_6\text{H}_2\text{(OH)(SO}_3\text{Me)CH}_2\text{]}_n\text{-} + n\,HX$$

ويمكننا بعد هذه المرحلة استخلاص الأملاح نقيةً بمعالجة الملح البولي ميري المتشكل بالحموض، وتُسَمى البولي ميرات الحاوية مجموعات شاردية حمضية بالكاتيونيات، وعلى مجموعات شاردية سالبة بالأنيونيات، ونرى في الجدول ٦٢ بعضاً منها.

الجدول ٦٢

بعض رزينات التبادل الشاردي

الكاتيونيات: الراتنج	الكاتيونيات: المجموعة الوظيفية	الأنيونيات: الراتنج	الأنيونيات: المجموعة الوظيفية
السلفونية	$-SO_3H$	الأمينات	$-NR_2$
الكربوكسيلية	$-COOH$	الأمينات الثانوية	$-NHR$
الأمينو ثنائية الخلات	$-N(CH_3COO)_2$	مشتقات الأمونيوم الرابعية	$-NR_3OH$
الفوسفونية	$-PO_3H_2$	السلفونيوم	$-SO_2OH$
الفوسفينية	$-PO_2H$	تبادل الشاردة السالبة مع شارسبات المحلول الملحي كالكلور أوالهيدروكسيل	
تبادل البروتون H^+ بمعدن موجب كشوارد الصوديوم ،الكالسيوم ، المغنيزيوم ...			

٤-٢-٢- سعة تبادل الراتنج: يُعَبَر عن سعة التبادل بعدد مكافئات الشوارد المطلوب عزلها أو استبدالها والتي يمكن لوحدة وزن من الراتنج أن يبادلها حتى وصوله حد الإشباع، وتزداد السعة باحتوائه عدداً أكبر من المجموعات الوظيفية القادرة على التبادل.

٤-٢-٣- مبادئ اختيار الراتنج: يتم اعتماد راتنج معين بعد تحديد كثافته وقدرته أو قابليته على الانتفاخ Swelling capacity وسعة تبادله الاحصائية والكاملة.

٤-٢-٣- تنشيط الراتنج: يبدأ الراتنج بالتشرد بعد انتشار المحلول الملحي إثر انتفاخه وبالتالي بدء عملية التبادل فيما بين شاردة هيدروجين مع شاردة صوديوم أو شاردتي هيدروجين مع شاردة كالسيوم حتى وصولنا لحالة توازن بين الراتنج والمحلول الملحي، وهكذا يتوقف عمل الراتنج كمبادلٍ

شاردي ما يضطرنا لإعادة تنشيطه بمعالجته تحت ضغوطٍ متوسطة بمحلول حمضي أو قلوي أو ملحي بحسب طبيعة الراتنج.

٤-٢-٣- الراتنجات المختلطة: تعمد بعض الشركات الصانعة لتجهيزات المبادلات الشاردية لاعتماد مزيج من الراتنجات الموجبة والسالبة لتحقيق الغاية المشتركة من النوعين في آنٍ معاً، إذ يتم التبادل هنا بالشوارد المعدنية مثل الصوديوم وشوارد الكلور أو الهيدروكسيل ...، وعندما يجري التفاعل بكامل الشوارد الراتنجية تفقد قدرتها على التبادل ما يضطرنا لمعالجتها بمحلول كلوريد الصوديوم " ملح الطعام " الذي يقوم بتخليصها من كل ما تبادلت به وإعادتها لحالها الأصل لتعود قادرةً على استخلاص الشوارد من المياه المراد معالجتها من جديد.

٤-٢-٤- مواصفات أجهزة التبادل الشاردي: يتم بناء أجهزة التبادل الشاردي وفق مجموعة مواصفات تتضمن عادة النقاط الأهم المبينة في الجدول ٦٣:

الجدول ٦٣

مواصفات أجهزة التبادل الشاردي	
المواصفة	الوحدة
ضغط العمل أو التشغيل الأصغري	كغ / سم^{2}
ضغط العمل أو التشغيل الأعظمي	
الضغط الأعظمي الذي يحتمله الجهاز	
استطاعة التحلية أو التدفق الاسمي " كمية الماء المحلى "	م^{3} / ساعة
التدفق الأعظمي	
دورة دارة إعادة التنشيط	
حجم الرزين المتشرد في جهاز التحلية	ليتر
درجة حرارة التشغيل الدنيا	درجة مئوية
درجة حرارة التشغيل العليا	
مواد بناء الجهاز	معدن غير قابل للصدأ ، بولي فينيل كلوريد PVC
خزان الملح المقاوم لمحاليل الملح عالية التركيز	بولي ايتيلين PE
مواد بناء الصمامات ونظام تشغيلها ومراقبة عملها	/
ملاحظة هامة : من الضروري حماية الرزين من التجمد لأنه يسبب تفجر الرزين بفعل تمدد الماء الممتص وبالتالي فقدانه قدرته على التبادل الشاردي والحاجة لاستبداله	

٤-٣- المعالجة بالكيماويات: هنالك الكثير من الكواشف والمركبات

الكيماويـة التـي يمكنهـا ربـط الشـوارد المعدنيـة ومنعهـا مـن الترسـب، ولكـل مركبٍ منها استخدامٍ أمثل وشروطٍ تطبيقٍ أفضل، ومن أهم هذه المركبات:

٤-٣-١- الحموض الأمينية الكربوكسيلية من نمط ثنائي ايتيلين ثنائي أمين حمض الخل وأملاحها ثنائية ورباعية الصوديوم " EDTA ": والتي تتمايز عن بعضها في ثباتياتها تجاه درجتي الحموضة أو القلوية كما مر معنا ، لذا نجد أن شركة OLEA s.a اعتمدت الملح رباعي الصوديوم لخاصته هذه.

٤-٣-٢- ملح خماسي الصوديوم لحمض الايتيلين ثلاثي الأمين خماسي الخلات:

ملح خماسي الصوديوم لحمض الايتيلين ثلاثي الأمين خماسي الخلات	$NaOOC\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH[N(CH_2\text{-}COOH)_2]_2$

ويتميز بثباتيته العالية مع الشوارد المعدنية الثقيلة والكالسيوم وتجاه المؤكسدات، وفعاليته العالية في الوسط القلوي والجيدة في الحمضي، ويُفَضَل عن EDTA في الحالات:

- التحلية من الحديد في الوسط القلوي.
- التحلية من الحديد والكالسيوم في الوسط المعتدل.
- لثباته تجاه فوق الأكاسيد وفوق الأملاح أثناء عمليات التبييض.

٤-٣-٢- مشتقات خماسي هيدروكسي البنتان: وهي عوامل تحلية خاصة بالحديد والكالسيوم في الوسط القلوي، إذ تستخدم عموماً في الأوساط العالية التركيز بشوارد الحديد.

٤-٣-٣- الملح الصوديومي لحمض أمينو بولي ألكيل الفوسفين: ثابت جداً تجاه الحلمهة والمؤكسدات، ويتمتع بخواص مبعثرة ومشتتة كالمركبات المخلبية " الشلات "، ويمنع من تشكل العكر والرواسب، ويعاكس عمليات التآكل والنخر.

٤-٣-٤- نتريلو ثلاثي حمض الخل $N(CH_2COOH)_3$: تنتج شركة BASF مادة تريلون TA وهي الملح الصوديومي لثلاثي نتريلو حمض الخل كعامل

تحلية للماء ولنزع الشوارد المعدنية من المواد النسيجية يزداد فعاليةً مع ارتفاع درجات الحرارة.

٤-٣-٥- حمض الليمون: ومن أهم أملاحه ليمونات الكالسيوم القابلة للذوبان بالماء البارد أكبر منها في الماء الساخن.

$$\begin{array}{c} CH_2\text{-}COOH \\ | \\ HO\text{-}C\text{-}COOH \\ | \\ CH_2\text{-}COOH \end{array}$$

٤-٣-٦- غلوكوهبتونات الصوديوم: تنتجه شركة CEPEA على شكل سائل بني داكن كعامل تحلية من شوارد الحديد والكالسيوم في المحاليل القلوية، وكمانع للنخر القلوي.

٤-٣-٧- مجموعة مركبات الفوسفات:

٤-٣-٧-١- أملاح الميتا فوسفات $(HPO_3)_n$: وهي أملاح حمض ميتا الفوسفور HPO_3 الذي نجده دوماً بشكله المتماثر الزجاجي الصلب.

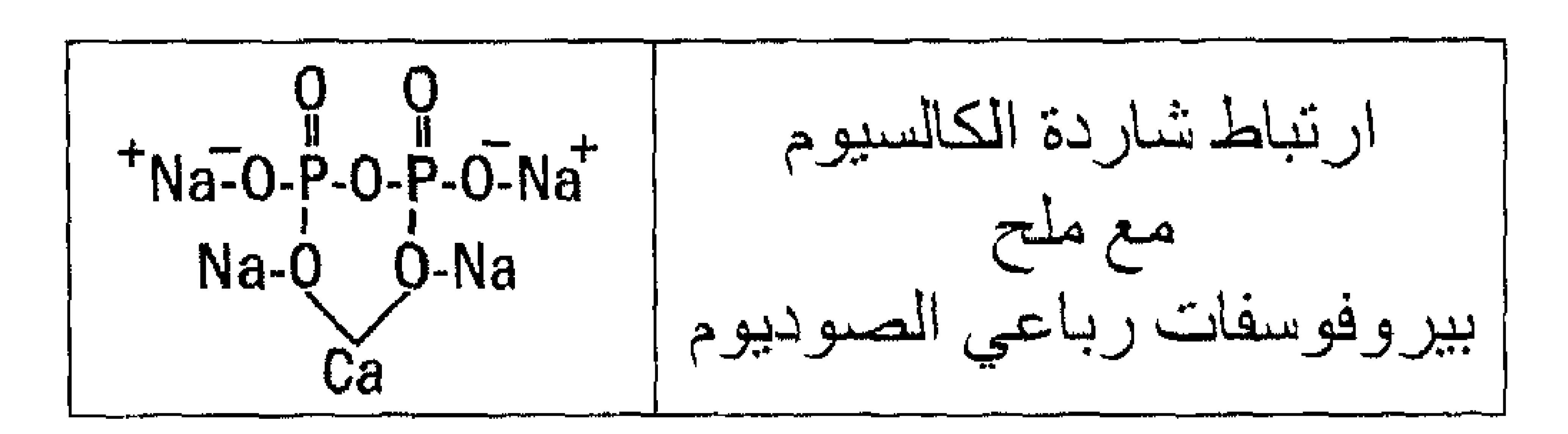
يؤدي صهر ملح فوسفات أحادي الصوديوم وتبريده بسرعة لتشكل ملح سداسي ميتا فوسفات الصوديوم، وإذا ما أضيفت كمية من القلوي إلى ملح الفوسفات أحادي الصوديوم ثم صُهِرَ المزيج وبُرِدَ بسرعة تنتج سلسلة من الأملاح الحاوية كميات مختلفة من القلوي، فإذا كانت نسبة Na_2O إلى P_2O_4 كنسبة ١.٥/١ ينتج الملح $Na_6P_4O_{13}$ المسمى رباعي فوسفات الصوديوم، ومن الأملاح المعروفة تجارياً ملح الغالغون " Galgon " الذي تكون نسبة Na_2O فيه إلى P_2O_5 كنسبة ١/١ ويستعمل لمعالجة المياه.

تسبب حموضة أملاح الميتا فوسفات تخريشاً وتخريباً لمعدن المرجل، وتتميز بتشكيلها مع الكالسيوم مركباً له من الثبات بحيث أنه حتى الأوكزالات لا يمكنها ترسيب الكالسيوم منه.

ارتباط شاردة الكالسيوم بثالث ميتا الفوسفات	Ca, NaO, O, P-O, P-O, NaO, O, O, P, O, O^-Na^+

٤-٣-٧-٢- أملاح بيروفوسفات الصوديوم $Na_4P_2O_7$ & $Na_2H_2P_2O_7$:

يستعمل ملح بيروفوسفات رباعي الصوديوم لانخفاض قلويته pH:10.2 بالمقارنة مع قلوية فوسفات الصوديوم البالغة pH:12.1، ولقدرته العالية على عزل شوارد المعادن الثقيلة:



ارتباط شاردة الكالسيوم مع ملح بيروفوسفات رباعي الصوديوم	$^{+}Na^{-}O-P(=O)-O-P(=O)-O^{-}Na^{+}$ ؛ Na-O ، O-Na ؛ Ca

٤-٣-٧-٣- تري بولي فوسفات الصوديوم: وتكتب صيغته العامة على الشكل:

تري بولي فوسفات الصوديوم	
الصيغة العامة: $(NaPO_3)_x$ or $Na_5P_3O_{10}$ الاصطناع: $2\,Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4 \rightarrow Na_5P_3O_{10} + 2\,H_2O$	$Na^{+}\,{}^{-}O-P(=O)-O-P(=O)-O-P(=O)-O^{-}\,Na^{+}$ ؛ Na-O ، O-Na ، O-Na ؛ Ca

٤-٣-٧-٤- أملاح أورتو الفوسفات: ولها درجات ثلاث:

NaH_2PO_4 & Na_2HPO_4 & Na_3PO_4

وقد بقيت هذه المادة السيدة المطلقة منذ عام ١٩٢٥ حتى ثبت تحلمهها في المراجل لتتسبب بترسب المعادن الثقيلة على شكل أملاح فوسفاتية من جهة، ولظهور المركبات الأخرى التي استعرضناها سابقاً بفاعليةٍ أكبر وقلويةٍ أقل.

لا تنحل مركبات فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ & $CaHPO_4$ في الماء، وهذا ما يدفع الصناعة لمعالجة $Ca_3(PO_4)_2$ بحمض الكبريت كي تصبح حلولة عند تحضير سماد السوبر فوسفات، وقد بينت الدراسات على أن قدرة مركبات الفوسفات على تشكيل المعقدات على الشكل:

متماثرات ميتا الفوسفات > ثلاثي بولي الفوسفات > البيروفوسفات

وتؤدي إضافة هذه الأملاح لماء المراجل إلى إبقاء شوارد المعادن الثقيلة في المحلول خلال أنابيب التغذية، ولكن وفي المراجل نفسها تتحلمه الأورتو

فوسفات وتترسب المعادن الثقيلة كفوسفات، كما تنخفض القلوية بسبب تشكل الأملاح الحمضية:

$$NaPO_3 + H_2O \rightarrow NaH_2PO_3$$

يمكن تقليل فعل التخريب هذا وتشكيل طبقة ملحية باستعمال أملاح الميتا فوسفات، وتترسب كربونات الصوديوم على شكل طبقةٍ رقيقة عند احتواء الماء على ثاني كربونات الصوديوم مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، ويمكننا منع هذا الترسب بإضافة ملح الميتا فوسفات بمعدل ٠.٥ - ٥ ج.م.م، كما يمنع وجود أملاح الفوسفات من تخريب سطوح أنابيب المرجل الحديدية بسبب امتزاز الفوسفات أو أملاحها المعقدة على سطح المعدن أو أكسيده، ونرى في الجدول ٦٤ خواص بعض أملاح الفوسفات الهامة.

الجدول ٦٤

مقارنة خواص بعض أملاح الفوسفات مع بعض القلويات الشهيرة				
الملح		نسبة P_2O_5/Na_2O	P_2O_5 %	حموضة محلول 10 %
أورتو الفوسفات	$NaH_2PO_4 . H_3PO_4$	0.5	65.1	pH: 2.2
أورتو فوسفات الصوديوم	NaH_2PO_4	1	59.2	pH: 4.6
أورتو فوسفات الصوديوم	Na_2HPO_4	2	50	pH: 8.5
ثلاثي فوسفات الصوديوم	Na_3PO_4	3	43.3	pH: 12.1
أورتو فوسفات الصوديوم	$NaPO_3$	1	69.6	pH: -
رباعي فوسفات الصوديوم	$Na_6P_4O_{13}$	1.5	60	pH: 7.4
تري بولي فوسفات الصوديوم	$Na_5P_2O_{10}$	1.67	57.9	pH: 10
بيرو فوسفات الصوديوم	$Na_4P_2O_7$	2	53.4	pH: 10.2
بيرو فوسفات الصوديوم	$Na_2H_2P_2O_7$	1	64	pH: 4.2
بيكربونات الصوديوم	$NaHCO_3$	-	-	pH: 8.3
كربونات الصوديوم	Na_2CO_3	-	-	pH: 11.5
الصود الكاوي	NaOH	-	-	pH: 13.3

٥- تأثير قساوة المياه وعوامل التحلية على الحوض الصباغي: تتأثر عموم أنواع الأصبغة وجميع مراحل العمليات الصباغية بمختلف أنواع الشوارد التي يحملها الماء، وبخاصة شوارد: الكالسيوم، المغنيزيوم، الحديد، النحاس، إذ تؤدي لتراجع مردود العمليات الصباغية وثباتياتها على السواء، وقد

وضعت شركتا ICI & BASF مواصفاتٍ خاصة لمياه بناء الحمامات الصباغية وفق الجدول ٦٥:

الجدول ٦٥

مواصفات بناء الحمام الصباغي بحسب BASF & ICI				
عديم اللون ، خالي من الشحوم والدهون طري وخالي من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم ومركبات الحديد والشوارد المعدنية الأخرى				
المواصفة	BASF	ICI	المواصفة	BASF
درجة الحموضة	٦ ~ ٨	٧	المعلقات	< ١ ج.م.م
القساوة	٦ ° GB	٥٠ ج.م.م	الرصاص العضوي	< ٢٠ ج.م.م
الحديد	< ٠.١ ج.م.م	< ٠.٠٥ ج.م.م	بقايا الاحتراق	< ٥٠ ج.م.م
النحاس	< ٠.٠١ ج.م.م	< ٠.٠٥ ج.م.م	المنغنيز	< ٠.٠٥ ج.م.م
شوارد الكلور	/	< ٣٠٠ ج.م.م	النترات	< ٥٠ ج.م.م
ثاني أكسيد الكربون الحر " خوفاً من التآكل "	صفر قدر الإمكان		النتريت	< ٥ ج.م.م

وتظهر آثار استخدام الماء القاسية على الحمام الصباغي على الشكل:

- تخرب بعض الأصبغة مثل الديسبرس الأحمر ٦٠.
- تراجع ثباتيات الأصبغة واتجاهات ألوانها كما هو حال الصباغ الفعال الأحمر ١٢٠ الذي يزرق بتأثير شوارد النحاس ويصفر بتأثير شوارد الحديد.
- تشكيلها لما يشبه البلورات الأم التي تتجمع عليها أوليغوميرات خيوط البولي استر ورواسب الأصبغة والتي غالباً ما تظهر على شكل نقاط سوداء على سطح القماش المصبوغ.
- تراجع كبير في معدلات امتصاص الأصبغة ما يستلزم عمليات غسيل إضافية.
- تراجع كبير لبريق اللون وسطوعه مع تراجع باقي الثباتيات وبخاصة على الاحتكاك.

إلى جانب سلبيات أخرى أقل أهمية وأكثر خصوصية.

لِذا فقد بدأت الشركات بالبحث عن مركبات يمكننا اعتمادها بمختلف العمليات الصباغية كعوامل تحلية وعزل دون أن يكون لها أي أثر سلبي

على مجرى هذه المراحل أو الأصبغة وبخاصةٍ الأصبغة الممعدنة، فكان أفضل ما اعتمدوه هو مجموعات:

الحموض البولي كربوكسيلية، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات

وهكذا طغت هذه المجموعات الثلاث على كل ما عداها من عوامل التحلية السابقة، واعتُمِدَت كمادة بناء أساسية للحوض الصباغي لتحقق جملة الوظائف: التسوية، نزع الأوليغوميرات في أحواض صباغة البولي استر، غواسل للأصبغة الفعالة وأصبغة الأحواض غير المثبتة، وتتمايز في قوتها بين منتج وآخر بحسب:

- نوعية وتركيز المادة الفعالة.
- طول سلسلة المادة الفعالة.
- درجة حموضة وحرارة الحمام ومحتواه من مختلف الشوارد.
- نوعية ونسب مواد البناء المرافقة للمادة الفعالة في المنتج التجاري.

ونستعرض هنا مثالاً عن مثل هذه المواد لتبيان دوْرها وخواصها ومن إنتاج شركة كلارينت :

ساندوبور Sandopur R3C

متماثر لا رغوي بمفعول تحلية، وبعثرة، وواقي غروي

الفعاليات:

- يعزز نزع جزيئات الأصبغة غير المثبتة.
- يرفع من ثباتية الأصبغة الحساسة تجاه المياه القاسية.
- يمنع من ترسب أملاح الكالسيوم والمغنيزيوم غير المنحلة.
- يساعد على بعثرة الأملاح غير المنحلة.
- لا يؤثر على الأصبغة الممعدنة في الحمام الصباغي.
- يُسرع من امتصاص الوحل في وحدات معالجة المياه العادمة.

١- الخواص العامة:

المظهر: سائل بني فاتح ضاوي.

التركيب الكيماوي: حمض بولي كربوكسيلي ، شاردي سالب.

الكثافة عند الدرجة ٢٠ °م: ١.١٣
حموضة المحلول المركز: pH:5
التمديد: ينحل بالماء البارد أو الساخن بجميع النسب.
الثباتيات:
للماء القاسي ، للأملاح ، للقلويات: جيدة.
للحموض: جيدة " قد يتسبب بظهور ترسبات بسبب تخربه بأوساط حمضية عالية الحموضة ".
الانسجام:
المنتجات الشاردية الموجبة: ضعيفة، وقد يتسبب بظهور رواسب.
المنتجات الشاردية السالبة واللاشاردية: جيدة.
الخزن: جيدة في حاوياته المغلقة، ويمكن أن يتجمد بدرجات الحرارة المنخفضة " دون ٥ °م " ويعود لشكله الأصلي بالتدفئة والتحريك.
السمية: يرجى مراجعة التعليمات الخاصة.
٢- تعليمات الاستخدام: يمكننا استخدامه في المجالات التالية:
- يُستخدم لمفعوله التنظيفي في عمليات غلي الألياف: السيليلوزية، الصوف، الخيوط الصنعية وبجميع درجات الحرارة، ولبعثرة أملاح شوارد القساوة غير المنحلة بالماء بعد نزعها من الألياف.
- يُستخدم في العمليات الصباغية بطرق الاستنزاف، على الباد، والمستمرة لتطبيق الأصبغة: المباشرة، الأحواض، الكبريتية، وكذلك للفعالة وأصبغة الانديكو لتجنب آثار أملاح القساوة التي تؤثر سلباً على قابلية الأصبغة للانحلال، كما يبعثر الأصبغة المتأكسدة ويرفع من سوية درجة عمق اللون وخواص الثباتية.
- يعتبر عامل غسيل نهائي لعمليات طباعة أصبغة: الأحواض، الكبريتية، النفتول، والأصبغة الفعالة لرفع الثباتيات عموماً وعلى الاحتكاك والبلل خصوصاً، كما يمنع من التبقيع على الأرضيات البيضاء.
٣- التطبيق:

٣-١- عمليات الغسيل والغلي: تتعلق الكمية اللازمة بنوعية أو مواصفات الألياف " نمرة الألياف ومنبتها..." وبدرجة الغلي أو التنظيف المطلوبة، كما تتعلق بدرجة قساوة المياه كما في المخطط ١.

غلي القطن: الطرق المتقطعة: ١-٢ غ/ل، الطرق المستمرة: ٢-٤ غ/ل علاوة عن استخدام كمية من الصود الكاوي ودون الحاجة لمنظف مقاوم للوسط القلوي.

غلي الفيسكوز والخيوط التركيبية:

الطرق المتقطعة: ٠.٥-١ غ/ل، الطرق المستمرة: ١-٢ غ/ل علاوة عن استخدام كمية من الصود الكاوي ودون الحاجة لمنظف.

غلي الصوف وما شابهه: يستخدم علاوة عن المنظف كمية ١-٢ غ/ل ساندوبور R3C لضمان الإزالة الأفضل للبقع.

٣-٢- الصباغة: يُنصح باستخدام الساندوبور R3C للتخلص من المفعول السلبي الذي تسببه شوارد القساوة وأملاحها على انحلال الأصبغة، فقد تتأتى هذه شوارد من الماء أو من الكيماويات الأخرى المضافة لبناء الحمام الصباغي كما هو حال الملح أو القلوي المستخدمين أو من الخامات نفسها، ودون أن يكون له أي تأثير سلبي أو مؤخر على الأصبغة الممعدنة.

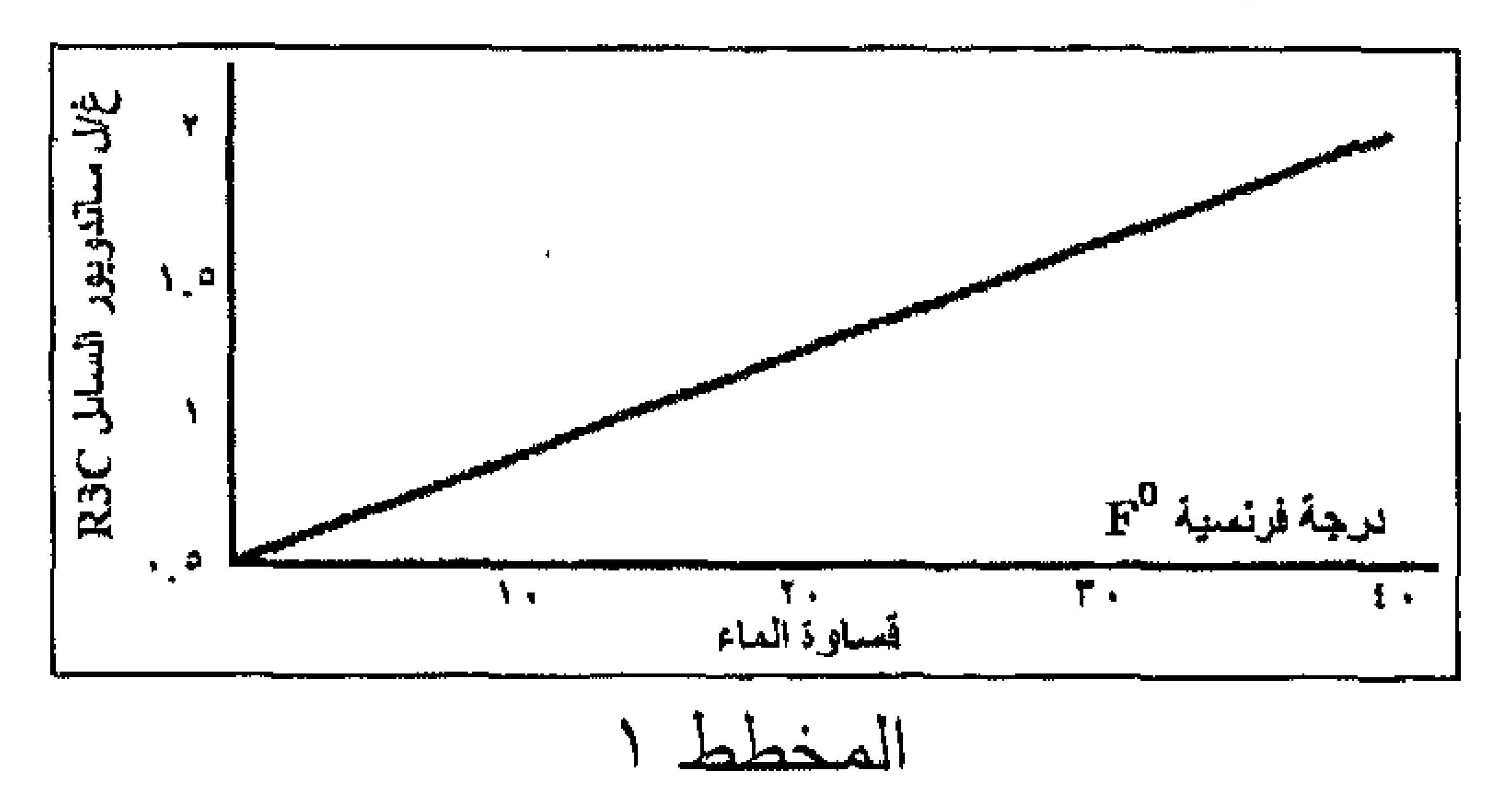
ويمكننا أن نتبين كمية الساندوبور R3C لتحلية المياه القاسية من المخطط ١

أما مع الأصبغة الفعالة بطريقة حمام الباد وبوجود سيليكات الصوديوم فيضاف الساندوبور R3C بمعدل ١ غ/ل عندما تكون نسبة الحمام عالية ومن ثم في حمامات الشطف لرفع كفاءة التخلص من السيليكات ولتجنب ترسب السيليكات غير المنحلة على البضائع أو على جدران الآلات.

ولا يناسب الساندوبور R3C حمامات صباغة الأصبغة القاعدية الموجبة الشحنة استدراكاً لتشكل رواسب ضارة.

٣-٣- الغسيل النهائي للصباغة والطباعة: يلائم الساندوبور R3C وبصورةٍ عالية حمامات الغسيل النهائي بعد عمليات صباغة أو طباعة الألياف السيليلوزية ومزائجها من الخيوط التركيبية والصنعية، فيرفع الثباتية على

الاحتكاك والبلل، وبخاصة بعد الطباعة بالأصبغة الفعالة، وترتبط الكمية المثلى الواجب إضافتها بدرجة قساوة الماء المبينة بالمخطط ١.

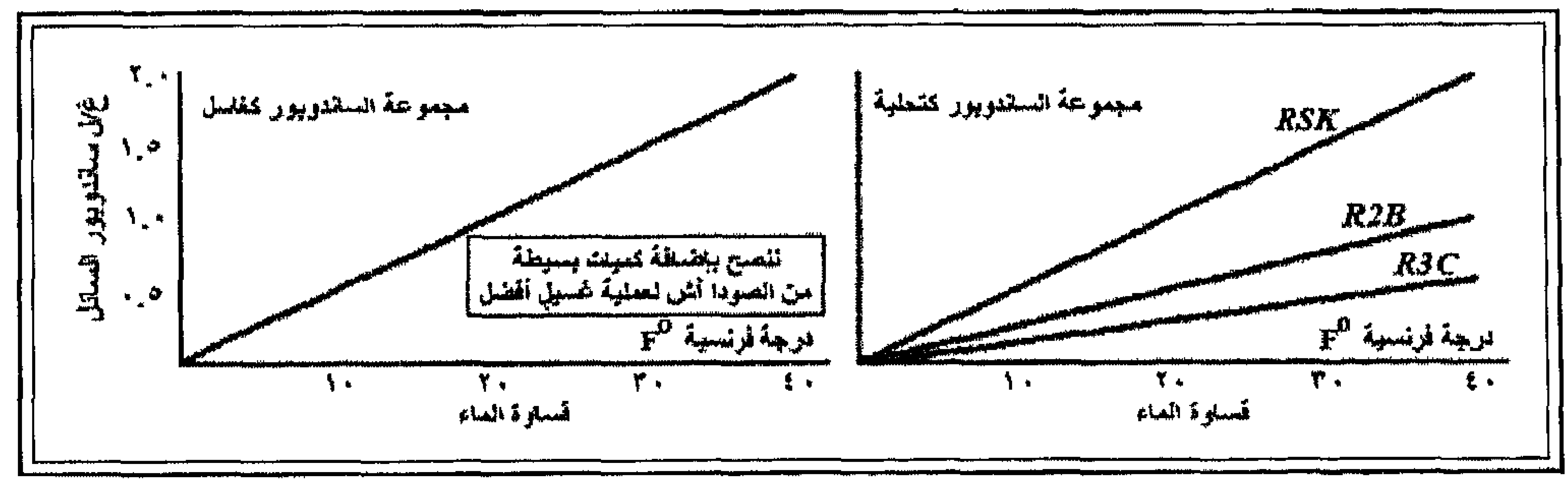


المخطط ١

وننصح بإضافة كمية بسيطة من الصودا آش لحمام الغسيل النهائي لرفع مردود حمام الغسيل والوصول لدرجة حرارة الغليان.

وفي حال معالجة المنتجات النهائية بمواد إنهاء موجبة الشحنة كالمثبتات والمطريات أو العوامل المضادة للكهرباء الساكنة من بعد حمامات الغسيل بالساندوبور فإننا ننصح بتطبيق حمام شطف أولاً للتخلص من بقايا الساندوبور استدراكاً لتفاعلها مع هذه المنتجات وبالتالي تشكيل كمياتٍ بسيطة من الرواسب.

٤ - دراسة مقارنة تحليلية بين منتجات الساندوبور: تنتج شركة كلارينت أنواعاً ثلاثة من الساندوبور هي: R3C & R2B & RSK، وفي دراسة تحليلية لفعالياتها تبين أنها تشترك فيما بينها بذات القدرة كغواسل وتتباين عن بعضها بقدراتها كعوامل تحلية كما يبين المخططان التاليان في الشكل ٢٢:



الشكل ٢٢ : مقارنة بين فعاليات مجموعة الساندوبور

ونستعرض في الجدول ٦٦ بعضاً من عوامل التحلية التجارية وفعاليتها:

الجدول ٦٦

بعض عوامل التحلية التجارية لبعض الشركات العالمية " شاردية سالبة "

المادة	الشركة	الفعالية	التركيب
ساندوبور R3C	كلارينت	عامل عزل وتحلية ، مبعثر ، واقي غروي	حمض بولي كربوكسيلي
بيت- أوف EMX	سابروس	عامل عزل وتحلية ، مبعثر ، نازع أوليغومير	
بيري كويست BSD	د.بتري	عامل تحلية وبعثرة قابل للتحلل البيولوجي" موائم للبيئة "	مشتقات حموض بولي كربوكسيلية
بيري كويست SDL		تحلية للشوارد المعدنية الثقيلة ولشوارد القساوة بسعة ربط عالية	
هبتول ANO	CHT	عامل تحلية ثابت تجاه المؤكسدات القوية جداً مثل فوق الكبريتات أو المركبات الكلورية	فوسفونات
هبتول NWS		تحلية ومبعثر وغاسل، يرفع من فعالية المنظفات، عامل تصبين لأصبغة الأحواض والنفتول والأصبغة الكبريتية	مزيج حموض بولي كربوكسيلية مع فوسفونات
سيبابون R	هانتسمان	غاسل للأصبغة الفعالة للصباغة والطباعة	بولي أكريلات
ڤيرولان NBO	رودولف	مبعثر وواقي غروي، مبعثر لشوارد الكالسيوم، يربط شوارد المعادن الثقيلة ، يمنع من حدوث ترسبات أو تجمع أصبغة في مراحل الإنهاء، غاسل لمرحلة الغسيل النهائي	بولي أكريلات مع بولي فوسفونات

٦- المدخل لأنظمة عمل مراجل توليد البخار:

٦-١- مواصفات ماء التغذية: يرتبط عمر وأداء مرجل توليد البخار بنوعية أو تركيب الماء الداخل إليه والمستخدم لتوليد البخار، إذ يمكننا أن نقدر مدى صلاحية ماء التغذية بسبعة معايير أساسية، هي:

٦-١-١- الشفافية: وتدل على محتوى الماء من الغرويات والمعلقات وتقدر بالميليغرام/ليتر.

٦-١-٢- محتوى الرواسب الجافة " أو الصلبة ": ويعتبر من أهم المؤشرات الدالة على صلاحية الماء لتغذية مولدات البخار به، ويتم تحديده عادةً بتبخير عينة مخبرية عند درجة ١١٠-١٢٠ °م للاستدلال على محتوى الماء من المواد الغروية والعضوية واللاعضوية الذوابة بالماء، ويقدر بالميليغرام/الكيلو غرام ماء.

٦-١-٣- الملوحة: وتوصِف التركيز الإجمالي للشوارد الموجبة Ca^{++},

Mg^{++}, Na^{+}, K^{+} وللشوارد السالبة $SiO_2^{--}, Cl^{-}, SO_4^{--}, HCO_3^{--}$ ، أي أنها تحدد معدنية الماء وتُقَدَر بالميليغرام/ليتر.

٦-١-٤- قابلية الماء للأكسدة: وتميز نسبة الشوائب العضوية في الماء مقدرةً بالميليغرام/كيلو غرام ماء، وتُحسَب على أساس كمية الأكسجين اللازمة لأكسدتها مقدرةً بالميليغرام/ليتر.

٦-١-٥- قساوة الماء: وتقاس بعدة وحدات، ومن أهمها ميليغرام مكافئ/كيلو غرام ماء.

٦-١-٦- القلوية: وتدل على محتوى الماء من شارسبات ثاني الكربونات HCO_3^{--} والكربونات CO_3^{--} والماءات OH^{-} ، وتقدر بوحدة ميلي غرام مكافئ/كيلو غرام ماء.

٦-١-٧- محتوى الغازات المنحلة: وتقدر بوحدة ميلي غرام/كيلو غرام ماء.

٦-٢- عمل مولدات البخار: ترتفع تراكيز الأملاح والشوائب الضارة في المرجل نتيجة عمله المتواصل لتبدأ بعد وصولها درجات الإشباع الخاصة بكلٍ منها بالترسب على السطوح الداخلية للأنابيب ما يؤدي لارتفاع درجة حرارتها وبالتالي ارتفاع احتمالات انفجارها، علاوةً عن انخفاض مردود مولد البخار بفعل العازلية الحرارية للرواسب.

كما ترتفع قدرة غازي الأكسجين وثاني أكسيد الفحم CO_2 & O_2 المنحلة بالماء على أكسدة المعدن مع ارتفاع درجات الحرارة ما يؤدي لتراجع سماكات الأنابيب وبالتالي متانتها أو مقاومتها الميكانيكية.

ويؤدي ازدياد معدلات قلوية الماء لازدياد رغوته ما يؤدي لإمكانية انتقال أو خروج الرغوة من داخل المرجل مع البخار الخارج منها.

ولاستدراك ما سبق نجد ضرورة اللجوء للأخذ ببعض الإجراءات رفعاً لعامل الأمان أثناء عمل المرجل، ومما يتوجب علينا الأخذ به:

- ترويق الماء الخام للتخلص من الغرويات والمعلقات.
- خفض محتوى الماء من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم خاصةً بمعالجة الماء بوحدات التحلية أولاً.

- إضافة بعض الكيماويات التي تشكل أملاحاً ذوابة وغير قابلة للترسب داخل المرجل وصولاً لخفض أرقام القساوة، القلوية، والملوحة.
- التخلص من غازي ثاني أكسيد الفحم والأكسجين بتعريض الماء لوحدات تخفيف الضغط أو بتسخينه.
- الطرح الدوري والمستمر للمياه زائدة الملوحة والمتوضعة بأسفل المرجل.

٦-٣- مصادر اتساخ البخار: يتسخ البخار بالمواد المنحلة والمعلقة بالماء بطريقتين أثنتين: طريقة قطرات الماء، وطريقة البخار، إذ تُقَدَر درجة نقاوة البخار عموماً بمعامل الحمل K :

$$K = W + a$$

W - رطوبة البخار الدالة على محتواه من المواد المنقولة مع قطرات الرطوبة.

a - معامل توزع المواد بين البخار المشبع والمياه عند درجة حرارة الغليان.

ولتناقص قابلية إذابة البخار للمواد عند الضغوط الصغيرة فإن درجة نقاوة البخار تؤول إلى الشكل:

$$K = W \%$$

ومع ارتفاع الضغط تبدأ قابلية إذابة البخار للمواد بالتزايد حتى تتضاعف عشر مرات عن محتوى قطرات الماء ما يجعل العلاقة تؤول إلى الشكل :

$$K = a$$

٦-٤- آلية تشكل قطرات الرطوبة: تنطلق فقاعات البخار باتجاه مرآة البخر كما هو واضح في الشكل ٢٣ عندما تكون أنابيب البخر دون مستوى سطح الماء، ويرتبط سلوك الفقاعات عموماً بقيمة التوتر السطحي لطبقة الماء المحيطة بالفقاعة من جهة وبالضغط الداخلي ضمن الفقاعة، فعندما يكون التوتر السطحي أصغر من ضغط الفقاعة فإن الفقاعة ستخرب طبقة الماء وتخرج إلى الوسط البخاري وتصل لارتفاعاتٍ مختلفة تِبعاً لطاقتها الحركية ، وعندما يزيد ارتفاع الوسط البخاري عن ٧٠ سم تتراجع جميع القطرات

إلى مرآة البخر ولا تصل إلى أنابيب البخار.

مراحل تشكل وخروج أو انفجار الفقاعات المائية في حال إدخال أنابيب البخار داخل الكتلة المائية للمرجل			
مرحلة تشكل الفقاعة	المرحلة الأولى لخروج الفقاعة إلى مرآة البخر	قبل تمزق الغلاف المائي	تمزق الغلاف المائي وتشكل القطرات

الشكل ٢٣

وهكذا يبدأ البخار بحمل قطرات الماء الصغيرة، ومع ازدياد التصريف تنضم القطرات الأكبر حجماً ما يرفع من حمولة مولد البخار للقطرات وبمعنىً آخر تزداد رطوبة البخار.

وتتأثر رطوبة البخار بتركيز المواد المنحلة والمعلقة بالماء، إذ يزداد التوتر السطحي مع ازدياد تركيز الأملاح ما يرفع من إمكانية احتفاظ الماء بالفقاعات البخارية وينتفخ ممتلئاً بكمية بخارٍ كبيرة وينخفض ارتفاع حجم البخار في المرجل.

ونتيجة انفجار فقاعات البخار على المرآة تتمكن نسبة عالية من قطرات الماء من الوصول لأنابيب خروج البخار، وبالتالي اتساخه بالأملاح والمعلقات.

٦-٥- طبيعة انحلال المواد في البخار: نميز عادةً بين معدلات انحلال المواد في البخار المشبع عنه في البخار المُحَمَّص، إذ يبدأ انتقال المركبات غير الطيارة من الماء إلى البخار المشبع نتيجة قابليتها الانحلال فيه حتى وصولنا حالة التوازن الترموديناميكي بحسب قوانين توزع المواد الذوابة بين مذيبين غير قابلين للمزج، فبرغم أن الماء والبخار وسطين مركبين من بنية كيماوية واحدة نجدهما مختلفين في قيم الكثافة والناقلية الكهربائية، وبالتالي بخواصهما التي تحدد قدرتهما على إذابة المواد اللاعضوية، وعليه فإن أهم ما يلاحظ هنا:

- تنوع قيم توزع مركب ما بين طوري البخار والماء بحسب قانون التوزع الذي يتعلق بدرجات الحرارة وخواص المادة و...
- الارتفاع الشديد لقابلية البخار على حمل الأملاح مع ارتفاع الضغط.

البحث الثاني

المعالجة الأولية وقصر الألياف السيليلوزية

١- مقدمة: كما سبق ومر معنا فإن تركيب القطن يكون على الشكل المبين في الجدول ١ السابق، لذا فإنه لا يمكننا الولوج مباشرةً للعمليةِ الصباغية قبل إجراء معالجة أولية نتخلص من خلالها من المواد العضوية الكارهة للماء والتي تمنع من امتصاص جزيئات الأصبغة كما تتسبب بتراجع التسوية والثباتيات جميعها، والتخلص أو التخفيف من نسبة الشوارد المعدنية التي تتسبب بانحراف لون الأصبغة المستخدمة.

وقد تبدأ عمليات حياكة الألياف السيليلوزية بشكلها الخام ما يضطرنا لتنشيتها أولاً لرفع مقاومتها الميكانيكية، لذا فإن خطوات المعالجة الأولية تكون عادةً على الترتيب:

إزالة النشاء ← الغلي ← القصر

٢- إزالة النشاء: تُطبَق عملية التنشية بقصد رفع متانة الألياف بمعدل ٢٠% وبما يكفي لجعلها تقاوم إجهادات الشد والضغط والاحتكاك أثناء الحياكة...، وتمنع مواد التنشية من تبلل القماش مسببةً تراجعاً كبيراً في عمليات الصباغةِ والتحضير اللاحقة فكان لا بد لنا من إزالتها بادئ ذي بدء، ولما كان النشاء غير ذواب بالماء والمنظفات العادية فقد وجبَ علينا اللجوء لطرق تُحَلِلّه لموادٍ بسيطةٍ ذوابةٍ بالماء، متبعين إحدى طرق التحليل الثلاث التالية:

٢-١- المعالجة بالأنزيمات: الأنزيمات مركبات عضوية بروتينية تفرزها خلايا حية، ولها القدرة على الانحلال بالماء وتحطيم البنى النشوية المعقدة بشروط درجات حرارة وحموضة معينتين لمركبات بسيطة ذوابة، وتعتبر طريقة المعالجة بالأنزيمات أفضل الطرق لإزالة النشاء والدهون والجيلاتين، وأكثرها أماناً في تأثيرها على السيليلوز إضافة لاقتصاديتها.

ويتم تطبيق الأنزيم بإمرار القماش في حوض يحوي الأنزيم مع عامل

مبلل عند درجة ٦٠-٧٠°م ومن ثم الخزن لمدة ٦-٨ ساعات على شكل حبل مفرود لمدة ٤-٦ ساعات بعد لفه على ملفات كبيرة، ويتراجع الزمن لأقل من ساعة بالطرق المتقطعة كما هو الحال على الجيكر.

ويتكون النشاء من الأميلوز ذي السلسلة الطويلة غير المتفرعة ومن الأميلوبكتين المعقد التركيب وذي السلاسل المتفرعة والوزن الجزيئي العالي مقارنةً بالأميلوز، لذا فإن لزوجة قوام النشاء تعود أساساً للأميلوبكتين.

وتتباين تأثيرات الأنزيم على مكوني النشاء، فأنزيم الأميليز يتكون من ألفا وبيتا الأميليز، فألفا الأميليز يحول النشاء بسرعة إلى الدكسترين ومن ثم للمالتوز ومركبات إرجاع أخرى، أما أنزيم البيتا أميليز فيحول الأميلوز لسكر المالتوز وإلى الأميلوبكتين المقاوم للتغيير السريع ليحول نصفه تقريباً وببطء إلى سكر المالتوز حيث يحتفظ بلزوجة القوام، ولا يختفي لون اليود تماماً عند الكشف على النشاء، لذا فإن لخليط أنزيمي ألفا وبيتا تأثيرات أكبر على التخلص من النشاء بتحويله إلى مواد سهلة الذوبان في الماء بدرجتي حموضة وحرارة مناسبتين.

اختبار تحلل النشاء باليود		
أزرق: عدم تحلل	بنفسجي: تحلل جزئي	أحمر: تحلل كامل
دلالة وجود سلاسل نشاء طويلة	دلالة وجود سلاسل نشاء متكسرة	دلالة عدم وجود سلاسل نشوية

ومن الضروري إجراء عملية غسيل فعالة بالماء الساخن أو عملية غلي مع الصودا آش لنجري بعدها اختبار اليود الذي يعطي اللون الأزرق عند وجود سلاسل نشوية طويلة وبنفسجي عند وجود سلاسل متكسرة وأحمر عندما يتحلل كامل النشاء، ونرى في الجدول ٦٧ مجموعة بعض الأنزيمات لبعض الشركات التجارية.

٢-٢- طريقة التحليل القلوية: وتتم بإمرار القماش في محلول ٢% ماءات الصوديوم عند درجة الغليان، وتتميز هذه الطريقة بتحويلها النشاء إلى مواد سكرية ذوابة بالماء دون أن تؤثر على السيليلوز.

الجدول ٦٧

بعض الأنزيمات لبعض الشركات العالمية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب
بيريزيم AMW	د. بتري	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٢٠-٨٠°م مع خواص تبليل	سالب	أميلاز مع ايتوكسيلات أغوال دسمة
بيريزيم AM		أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٢٠-٨٠°م	لا شاردي	أميلاز
بيريزيم HTV		أنزيم لتكسير النشاء عند درجة ٧٠-١١٠°م		
بيوزول B 260	CHT	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٦٥-٧٠°م وحموضة pH: 4.5-7		
نيو أنزيم AM	Z&S	أنزيم لتحليل النشاء عند درجة ٦٠-٨٥°م		
نيو أنزيم CT 5		أنزيم لتحليل النشاء بدرجات حرارة عالية		

٢-٣- طرق التحليل الحمضية: وتقوم على معالجة القماش بمحلول ٠.٥-١ غ/ل حمض كبريت أو حمض كلور الماء لعدة دقائق عند درجة الغليان ليتحول النشاء إلى مركبات ذوابة بالماء كالدكسترين والدكستروز والمالتوز، ومن أهم عيوب هذه الطريقة تأثيرها السيء والمخرب على الألياف السيليلوزية وبخاصة عند وجود ألياف غير منشاة في النسيج كألياف السدى.

٣- عملية الغلي: تهدف هذه العملية لإزالة جميع شوائب السيليلوز الطبيعية أو المضافة أثناء عمليتي الغزل والنسيج بالغليان بمحلول الصود الكاوي لتحويلها لمواد ذوابة بالماء والتي يمكننا تلخيصها بـ :

- تحويل الدهون والشموع إلى صابون يساعد على استحلاب الشموع والدهون غير المتصبنة.
- تحليل المواد البروتينية والآزوتية لمركبات عضوية بسيطة ذوابة بالماء.
- تحويل البكتين لأملاح ذوابة بالماء.
- تحويل بواقي الفحوم الهيدروجينية من عملية إزالة النشاء لسكريات ذوابة.
- التخلص من الأوساخ المتماسكة ميكانيكياً مع النسيج.

ومن المهم أن ننوه هنا لوجوب تفريغ حوض الغلي بعد تبريده أو تمديده

بماءٍ ساخنٍ منعاً لترسب أياً من منتجات عملية الغلي لِما لها من تأثيرٍ سيءٍ على العمليات التالية.

ومن الضروري استخدام الماء الطري منعاً لتشكل الصابون الكلسي من تفاعل الكالسيوم مع الصابون الناتج عن تصبين الزيوت والشحوم والدهون المرافقة للغزول القطنية بتأثير ماءات الصوديوم أثناء عملية الغلي، والتي لا تلبث أن تتوضع على النسيج مؤدية لمشاكل كبيرة في عمليات الصباغة كالتسوية والثباتيات جميعها وبخاصة الثباتية على الاحتكاك.

٤ـ **عمليات القصر:** يمكننا استعراض عمليات القصر من خلال الحديث عن عمليات التبييض لأن الفارق بينهما يقوم على فوارق في كميات مواد الحمام وبخاصةٍ الماء الأكسجيني وإضافة المبيض الضوئي، وترتبط كميات مواد حمام القصر وزمن تطبيقه كثيراً بدرجة قوة واتجاه اللون المطلوب ونوعية القطن الخام.

ولأن عملية الصباغة تلي حمام القصر فقد وجب التأكد من التخلص من بواقي الماء الأكسجيني والقلوي بالغسيل الجيد واستخدام الكيماويات القاتلة للماء الأكسجيني والتي تتمتع بقدرة إرجاعية ضعيفة مثل أملاح حمض الكبريتي أو بالاعتماد على المعالجة بالأنزيمات التي تتغذى على الماء الأكسجيني وبالتالي يمكنها القضاء على بواقيه.

٥ـ **عمليات التبييض:** تهدف عملية تبييض الألياف القطنية لإزالة المركبات العضوية المعقدة التي تكسِبُها اللون الأصفرمثل أغوال: غوسيبيل، سيريل، مونتانيل ... والدهون والشموع، ومن ثم إضافة المُسَطع الضوئي لإتمام درجة البياض المطلوبة، ويمكننا الاعتماد على مجموعتي المؤكسدات الأكسيجينية والكلورية لإنجاز عملية التبييض، وتضم مجموعة المؤكسدات الكلورية كلاً من: الكلور، هيبوكلوريت الصوديوم، كلوريت الصوديوم، ومركبات الكلور العضوية؛ أما مجموعة المؤكسدات الأكسيجينية فتضم: الأكسجين والأوزون، فوق الأكاسيد، فوق الأملاح، فوق الحموض.. لذا فإننا سنعرض لكل منهم بحسب درجة أهميته التطبيقية:

٥-١- التبييض بالمركبات الكلورية:

٥-١-١- التبييض بالهيبوكلوريت: يتكون مسحوق القصر من مزيج لتحت كلوريت الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم القلوي: $Ca(OCl)_2.4H_2O$ & $CaCl_2.Ca(OH)_2.H_2O$، ويلعب كلور تحت الكلوريت دور العامل المبييض ويطلق عليه اصطلاحاً الكلور الفعال الذي يعادل تقريباً ٣٥% وزناً.

ويبدو المسحوق على شكل حبيبات بيضاء لا بلورية، يصعب الحصول على محلول رائقٍ منها لاحتوائها ماءات الكالسيوم، لذا نلجأ عادةً لإذابتها وتركها للترقيد لتترسب ماءات الكالسيوم إلى القعر، ويؤخذ الرائق من الأعلى، وإذا ما تُركَ المحلول معرضاً للهواء تتفاعل ماءات الكالسيوم مع أكسيد كربون الهواء مشكلة راسباً من كربونات الكالسيوم، ويكون تفاعل الإذابة على الشكل التالي الذي يبين أن إضافة الصودا آش يؤدي للوصول لماء جافيل:

$$Ca(OCl)_2 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,HOCl + Ca(OH)_2$$

$$2\,HOCl + Na_2CO_3 \rightarrow 2\,NaOCl + CO_2 + H_2O$$

بينما يؤدي تحميض المحلول بحمض كلور الماء لانطلاق الكلور الحر:

$$Ca(OCl)_2 + 2\,HCl \rightarrow 2\,HOCl + CaCl_2$$

$$2\,HOCl + 2\,HCl \rightarrow 2\,H_2O + Cl_2\uparrow$$

في حين تجري مع حمض الكبريت مجموعة التفاعلات التالية:

$$Ca(OCl)_2 + 2\,H_2SO_4 \rightarrow 2\,HOCl + CaSO_4$$

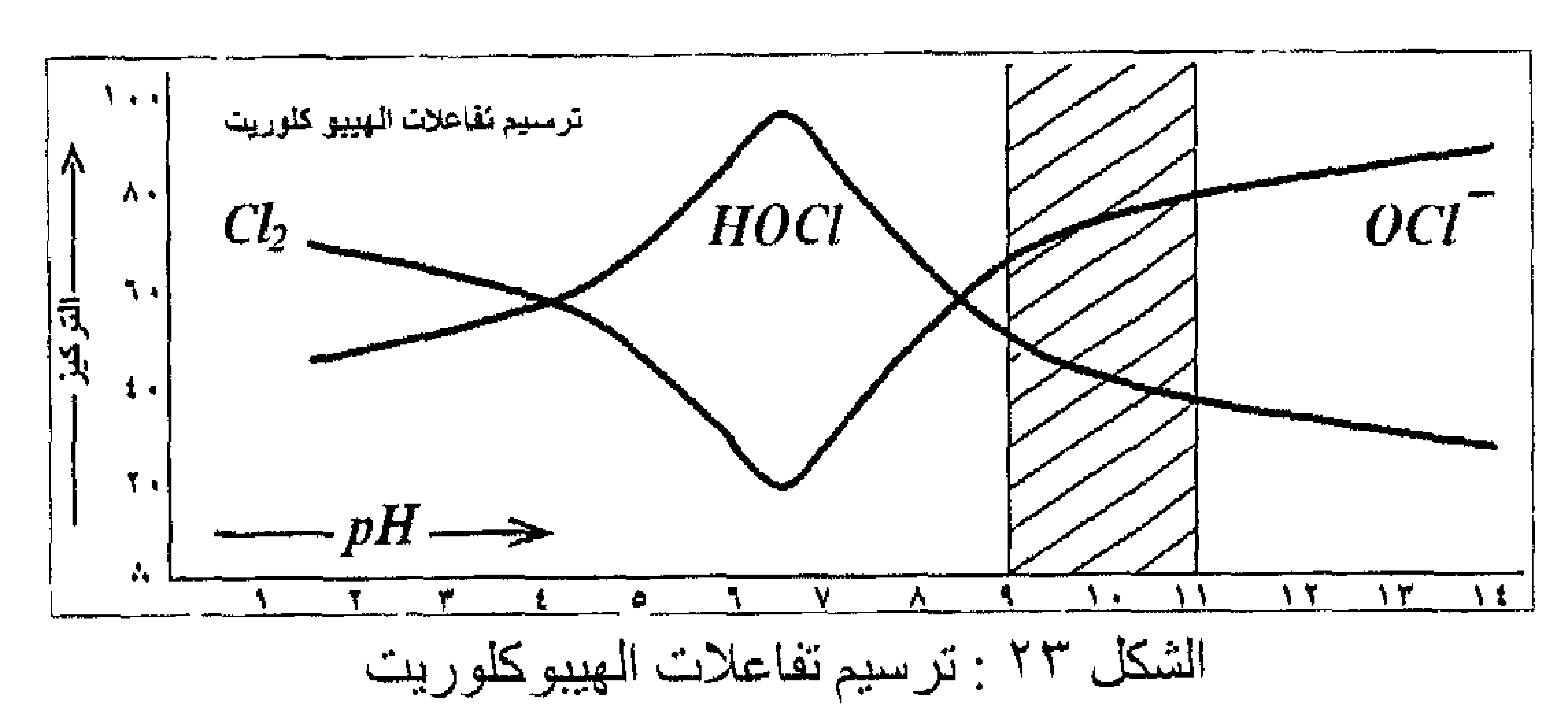
$$CaCl_2 + 2\,H_2SO_4 \rightarrow 2\,HCl + CaSO_4$$

$$2\,HOCl + HCl \rightarrow H_2O + 2\,Cl_2$$

$$Ca(OCl)_2 + CaCl_2 + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,CaSO_4 + 2\,H_2O + 2\,Cl_2\uparrow$$

ويمكننا ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت بين التراكيز ودرجة الحموضة على الشكل ٢٣، ونتيجة التداخل بين شاردة الهيبو كلوريت والمواد التي تكسب القطن الخام اللون الأسمر فإن مجموعة مختلفة من التفاعلات قد تحدث مثل تفاعلات الأكسدة والإضافة والكلورة، إذ تتأكسد منتجات تحلل الفحوم

الهيدروجينية والبكتين لمركبات ألدهيدية وحموض عضوية، في حين تتكلور الحموض الأمينية والحموض الدهنية العالية الوزن الجزيئي معطية حموضاً أمينية مكلورة ومشتقات مكلورة للحموض الدهنية.



الشكل ٢٣ : ترسيم تفاعلات الهيبوكلوريت

كما يؤكسد الهيبوكلوريت السيليلوز إلى استر حمض الهيبوكلوريت الذي يفقد فيما بعد حمض كلور الماء بوجود زمرة هيدروكسيل كما في الشكل ٢٤:

الشكل ٢٤ : أكسدة السيليلوز بالهيبو كلوريت وتحوله للشكل الألدهيدي

وتتعلق هذه التفاعلات ولدرجةٍ عاليةٍ بدرجة الحموضة، فقد لوحظ تأثر السيليلوز عند درجة حموضة pH:7 تأثراً كبيراً، ويتراجع هذا التأثير عند pH:3.5-5 وأكثر من pH:9، ولكن ولتأثر السيليلوز كثيراً بدرجة الحموضة pH:3.5-5 فقد اعتمد الوسط القلوي $PH > 9$ لإجراء عملية التبييض هذه بالاعتماد على مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم بتحضير محلول ١-٥ غ/ل كلور فعال وبدرجة حرارة ٣٠°م.

٥-١-٢- التبييض بالكلوريت: يتوافر كلوريت الصوديوم على شكل ملح لا مائي أو ثلاثي الماء، والملح اللا مائي عديم اللون وثابت تجاه الخزن في مكانٍ جاف، وقد يُتداول الملح تجارياً مسحوقاً أو محلولاً بتركيز ٣٠-٥٠%.

ويمتاز كلوريت الصوديوم بثبات قدرته على الأكسدة ضمن مجالٍ واسعٍ من درجات الحموضة والحرارة، وتعتمد عملية التبييض على غاز ثاني

أكسيد الكلور الذي يتكون عند إضافة الحمض لحمام الكلوريت:

$$5\,NaClO_2 + 4\,HCl \rightarrow 4\,ClO_2 + 5\,NaCl + H_2O$$

في حين بينت أبحاث آجستر Agster أن العامل المؤكسد هو الأكسجين النشيط وليس ثاني أكسيد الكلور، أي:

$$HClO_2 \rightarrow HCl + 2\,O^{-}$$

ويرتبط تحلل الكلوريت ولدرجةٍ عالية بحموضة الوسط، فعند pH:3 تتكون النسبة الأعلى لحمض الكلوري $HClO_2$، وبارتفاع درجة الحموضة يزداد تركيز ثاني أكسيد الكلور لدرجةٍ كبيرة لذا يُستحسن إجراء عملية التبييض عند حموضة pH:3.5-4، وتترافق التفاعلات السابقة مع حمض كلور الماء الذي يتسبب بانخفاض درجة الحموضة ما يؤثر سلباً على السيليلوز ما يدعونا لإضافة عامل موقي يرفع من درجة الحموضة مثل الفوسفات ثنائية الصوديوم Na_2HPO_4 لتثبيت درجة الحموضة عند pH:3 وبالتالي تنظيم انطلاق العامل المؤكسد.

وعلى الرغم من أن درجة الحموضة المناسبة للتبييض هي pH:3.5-4، إلا أنه يُستحسن بدء العمل عند درجة الحموضة pH:5-7 تجنباً لانطلاق غاز ثاني أكسيد الكلور السام بكميات كبيرة ومن ثم تخفض درجة الحموضة شيئاً فشيئاً حتى pH:3.5-4 ، وقد تضاف بعض المركبات التي تنشط وتثبت حمام الكلوريت كالاسترات والألدهيدات والحموض التي تعمل على خفض درجة الحموضة.

وتتميز عملية التبييض بالكلوريت عن الهيبوكلوريت بـِ :

أ- يتميز الكلوريت بقدرته الثابتة على الأكسدة ضمن مجالٍ واسع من درجات الحموضة وبصورة متجانسة ما يمنحنا فرصة استخدامه في الوسطين الحمضي والقلوي.

ب- يمكننا التبييض بالكلوريت ضمن مجالٍ واسعٍ من درجات الحرارة، إذ يمكن تبييض الألياف السيليلوزية عند درجة حموضة pH:2-9 ودرجة حرارة الغرفة، وتركيز كلور فعال ١-٢٠ غ/ل، إلا أن معدل التبييض عند

درجة حموضة أعلى من ٥ وأقل من ٤ يكون منخفضاً لأن كمية ثاني أكسيد الكلور المفقودة تكون ملحوظة جيداً.
ج- التبييض بالكلوريت يعطينا قماشاً بمقاومة أعلى وجاذبية أكثر.
د- اختصار شديد بالوقت والكلفة.
هـ- ينظف الكلوريت الشعيرات لدرجةٍ عالية دون أن يُلحق بها الأذى لأن تأثيره مقصور على الأكسدة الاختيارية لمجموعة الألدهيد كما في المعادلة:

$$R\text{-}CHO + 3\ HClO_2 \rightarrow R\text{-}COOH + 2\ ClO_2 + HCl + H_2O$$

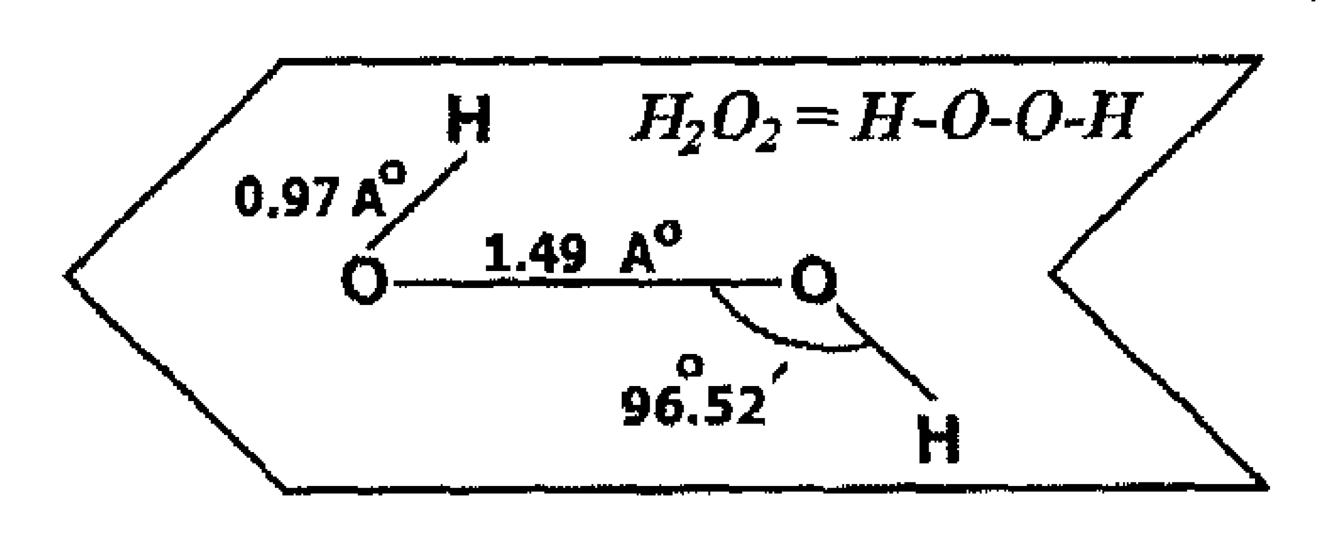
أما عن أهم عيوب التبييض بالكلوريت فهي :
أ- يطلق غاز ثاني أكسيد الكلور مسبباً تراكماً ساماً خانقاً ما يوجب ضبط نظام التهوية بحيث يتم سحب الغازات المتكونة أولاً بأول، كما يؤثر على معدن الآلات ما يستوجب بناءها من السيراميك أو الفولاذ غير القابل للصدأ، وتفيد إضافة أملاح الفوسفات أو النيترات والكبريتات بنسبة ٠.٥ غ/ل في كبح هذا التأثير لدرجةٍ ملحوظة.
ب- يُعَدُّ استخدامه خطراً لقابليته العالية للاشتعال وخاصة بوجود الهيدروسلفيت ما يجعل استخدامه خطراً إن لم يرافقه الحذر الشديد.
ويتم تطبيق طريقة التبييض عملياً في الولايات المتحدة عند pH:8.5 وفي أوربة عند pH:3.5-4، ويمكننا استخدام الكلوريت للوصول لدرجات متفاوتة من البياض حسب الغرض بين نصفي للصباغة أو الطباعة أو كامل للأبيض.
٥-١-٢-١- التبييض بالكلوريت بوسط قلوي: تطبق هذه الطريقة باستخدام الكلوريت منفرداً وبوجود أملاح قلوية مثل كربونات الصوديوم أو ممزوجاً مع هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ١.٥/١ كلور فعال لكلٍ من المادتين عند درجة الحرارة العادية، إلا أنه قد وجد أن هذه الطريقة تعادل طريقة الهيبوكلوريت ولكن بكلفة أعلى، لذا فقد استعيض عنها بطريقة الهيبوكلوريت.
٥-١-٢-٢- التبييض بالكلوريت بوسط حمضي: وتطبق بوجود حمض الخل

أو حمض النمل أو بوسط معتدل مع منشط من أحد أملاح المعادن: الكروم، الحديد، الكوبالت، النيكل، النحاس، وتُرفع درجةُ الحرارةِ تدريجياً حتى ٧٠-٨٠°م، ويبنى الحمام آنئذٍ من ١ غ/ل كلوريت الصوديوم، ٣ غ/ل نترات الصوديوم، ومبلل، وقد نضطر أحياناً لإضافة كميات بسيطة من حمض معدني لضبط درجة الحموضة، ثم تغسل الخامة جيداً بالماء الساخن فالبارد للتأكد من تمام التخلص من آثار الكلور.

٥-٢- التبييض بالماء الأكسجيني: يُعد الماء الأكسجيني حمضاً ضعيفاً يستلزم تفككه وسطاً قلوياً، فهو في الوسط الحمضي ثابت، والوسط المعتدل متوسط الثبات، وفي القلوي غير ثابت، حتى يصل لأعلى درجات تفككه عند pH:11.5-13، لذا فإنه لا يحفظ في حاوياته إلا في وسطٍ حمضي عند pH:1-3 وبدرجات حرارة منخفضة كي نضمن سلامة خزنه لأطول زمنٍ ممكن.

٥-٢-١- الخواص الفيزيائية والكيماوية للماء الأكسجيني: يرينا الجدول ٦٨ أهم الخواص الفيزيائية للماء الأكسجيني مقارنةً معها للماء العادي.

٥-٢-٢- بنية الماء الأكسجيني: تتمتع جزيئات الماء الأكسجيني ببنية غير مستوية كما يظهر في الشكل ٢٤ :



الشكل ٢٤ : بنية الماء الأكسجيني

والماء الأكسجيني حمض ضعيف إذ يبلغ ثابت تشرده ٢.٢٤× ١٠$^{-١٢}$ عند ٢٥ °م، لذا فإنه يتشرد في الوسط القلوي إلى: $^{-}$O-OH- أو $^{2-}$O-O مع إصابة الجسر -O-O- ببعض الضعف الذي يمنح الماء الأكسجيني قدرته على الأكسدة، كما تتشرد أملاح الماء الأكسجيني بشدة في الوسط القلوي، لذا فإن إضافة الماء الأكسجيني مع أملاحه يحد من شدة التفكك هذه لفعل الشاردة المشتركة أو قانون فعل الكتلة.

الجدول ٦٨

<table>
<tr><td colspan="6">مقارنة بين أهم خواص الماء الأكسجيني والماء العادي وبعض المعلومات عن الماء الأكسجيني</td></tr>
<tr><td colspan="3">الخاصة</td><td>الوحدة</td><td>الماء الأكسجيني ١٠٠ %</td><td>الماء العادي</td></tr>
<tr><td colspan="3">الوزن الجزيئي</td><td>-</td><td>٣٤.٠٦</td><td>١٨.٠١٦</td></tr>
<tr><td colspan="3">الكثافة في الحالة الصلبة</td><td rowspan="2">غ/سم^{٣}</td><td>١.٦٤٣</td><td>٠.٩١٦٨</td></tr>
<tr><td colspan="3">الكثافة في الحالة السائلة</td><td>١.٤٤٢٥</td><td>٠.٩٩٧٠٤</td></tr>
<tr><td colspan="3">التوتر السطحي عند الدرجة ٢٠ °م</td><td>دينة /سم^{٣}</td><td>٨٠.٤</td><td>٧٢.٥٨٣</td></tr>
<tr><td colspan="3">نقطة الانصهار</td><td>درجة مئوية</td><td>١٥٠.٢</td><td>١٠٠</td></tr>
<tr><td colspan="6">القابلية المغناطيسية</td></tr>
<tr><td colspan="3">بالدرجة ١٠ °م</td><td rowspan="2">سم^{٣} / مول</td><td>- ١٧×١٠$^{-٦}$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">بالدرجة ٢٠ °م</td><td></td><td>- ١٢.٩٧٢×١٠$^{-٦}$</td></tr>
<tr><td colspan="6">بعض أهم المعلومات عن الماء الأكسجيني</td></tr>
<tr><td colspan="3">الصيغة والوزن الجزيئي</td><td colspan="3">H_2O_2 = H-O-O-H → M.W = 34.06</td></tr>
<tr><td colspan="3">المظهر</td><td colspan="3">سائل ضاوي عديم اللون</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">الخاصة</td><td colspan="4">نسبة الماء الأكسجيني وزناً</td></tr>
<tr><td>٢٧.٥</td><td>٣٠</td><td>٣٥</td><td>٥٠</td></tr>
<tr><td colspan="2">الوزن الجزيئي : ٢٠ °م</td><td>١.١٠١</td><td>١.١١٤</td><td>١.١٣١</td><td>١.١٩٥</td></tr>
<tr><td colspan="2">نقطة التجمد : °م</td><td>- ٢٢</td><td>- ٢٧</td><td>- ٣٤</td><td>- ٥٢</td></tr>
<tr><td rowspan="2">محتوى الماء الأكسجيني</td><td>غ/كغ</td><td>٢٧٥</td><td>٣٠٠</td><td>٣٥٠</td><td>٥٠٠</td></tr>
<tr><td>غ/ل</td><td>٣٠٢</td><td>٣٣٤</td><td>٣٩٦</td><td>٥٩٨</td></tr>
<tr><td colspan="2">الأكسجين الفعال : غ/كغ</td><td>١٢٩</td><td>١٤١</td><td>١٦٥</td><td>٢٣٥</td></tr>
<tr><td colspan="2">الأكسجين الفعال : غ/ل</td><td>١٤٣</td><td>١٥٧</td><td>١٨٦</td><td>٢٨١</td></tr>
</table>

٥-٢-٣- الأكسدة الذاتية: تدل عبارة الأكسدة الذاتية Auto-Oxidation على قدرة الماء الأكسجيني على أكسدة المركبات القابلة للأكسدة بالدرجة العادية من الحرارة، وإمكانية السيطرة عليها بتغيير الشروط الأولية بما فيها رفع أو خفض درجة الحرارة.

ويمكن أن تتم الأكسدة الذاتية بالمركبات فوق الأكسيدية المتوسطة أو بوجود الوسطاء والمنشطات مثل: الأكاسيد، فوق الأكاسيد، ووسطاء معدنية، الضوء، وتختلف الأكسدة الذاتية عن الوسيطية في أن الذاتية لا تتخلى إلا عن نصف أكسجينها، في حين تتخلى الوسيطية عن الكمية النظرية تماماً، وتتخامد سرعة الذاتية مع اقتراب التفاعل من نهايته على العكس من الوسيطية التي تبقى ثابتةً حتى النهاية.

وتلعب شوارد بعض المعادن دور الوسيط في تسريع تفككه في حمام القصر كما هو حال شوارد الحديد والنحاس، ما يجعل وجودها في عملية التبييض ساماً ضاراً بالعملية.

٥-٢-٤- تداول الماء الأكسجيني: يتم تداول الماء الأكسجيني بتراكيز متعددة: ١٠-١٢-٢٠-٣٠-٥٠-١٠٠-١٣٠ قوة حجمية، ويحوي الماء الأكسجيني الذي يعطي بتفككه عشرة أضعاف حجمه أكسجين على ٣% ماء أكسجيني، ويمكننا جدولة معاملات التحويل الوزنية والحجمية كما في الجدول ٦٩:

الجدول ٦٩

معاملات التحويل الوزنية والحجمية للماء الأكسجيني									
50%	35%	30%	27.5%		50%	35%	30%	27.5%	نسبة الماء الاكسجيني وزناً
معاملات التحويل الحجمية					معاملات التحويل الوزنية				
0.51	0.76	0.91	1.00		0.55	0.79	0.92	1.00	27.5%
0.56	0.84	1.00	1.1		0.60	0.86	1.00	1.09	30%
0.66	1.00	1.19	1.31		0.70	1.00	1.17	1.27	35%
1.00	1.51	1.79	1.97		1.00	1.43	1.67	1.82	50%

٥-٢-٥- حساب محتوى الأكسجين الفعال في الماء الأكسجيني بمختلف تراكيزه: يتفكك الماء الأكسجيني وفق المعادلة:

$$2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$$
$$2 \times 34 \qquad 2 \times 16$$

وبالتالي يكون محتوى الماء الأكسجيني الخالص ١٠٠% من الأكسجين الفعال:

الأكسجين الفعال = [١٦×٢×١٠٠] ÷ [٣٤×٢] = ٤٧.٠٥ %

وعليه يكون محتوى الماء الأكسجيني ذي العيار س % من الأكسجين الفعال " م ":

م = (٤٧.٠٥ × س) ÷ ١٠٠

وتكون قيمة س للماء الأكسجيني هنا وزنية، أي % W / W

٥-٢-٦- آلية تفكك الماء الأكسجيني: لم تُفهَم الآلية التي يتفكك وفقها الماء الأكسجيني بشكلٍ كامل باستثناء المرحلة الأولى التي تم التسليم فيها لتشكل

شارسبات فوق الهيدروكسيل والتي يستلزم تشكلها وسطاً قلوياً استدعى منا استخدام الماء الأكسجيني كعامل قصر في الحمام القلوي كشرطٍ أساسي:

$$H_2O_2 \rightarrow HOO^- + H^+ \quad \text{او} \quad H_2O_2 + NaOH \rightarrow HOONa + H_2O$$

ويمكن للماء الأكسجيني أن يدخل تفاعلات جانبية لوجود بعض الوسطاء المعدنية بما يؤدي لتخرب أو تكسر الجسر الأكسجيني فيه وتحوله لماء وأكسجين جزيئي:

$$2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$$

ويتسارع هذا التخرب بالوسط القلوي مسبباً انطلاق وهروب الأكسجين الجزيئي وبالتالي تراجع جدوى عملية التبييض مع تشكل مركبات وسطية ذات فعالية عالية تتسبب بتخرب الألياف، لذا فإننا نجد أنه من الضروري جداً الموازنة بين عمليتي التنشيط والتثبيت، ويصل لأعلى درجات نشاطه عند pH:11.5 ما يستوجب منا الأخذ بعين الاعتبار مدى حساسية الألياف في مثل هذه الشروط: كنوعية الألياف، كمية البذور... وترتبط تبعاً لذلك نوعية العامل القلوي المستخدم، إذ نأخذ بماءات الصوديوم أو الصودا آش مع الألياف السيليلوزية، وبيرو الفوسفات رباعية الصوديوم أو ماءات الأمونيوم مع الألياف البروتينية، ومن الآليات المقترحة لتفككه نجد آلية الجدول ٧٠:

الجدول ٧٠

إحدى الآليات لتفكك الماء الأكسجيني		
	التفاعل	المرحلة
1	$H_2O_2 \rightarrow H_2O + (O) + K\,cal$	تفكك ذاتي
2	$H_2O_2 \leftrightarrow H^+ + HO_2^-$	تفكك في الوسط القلوي
3	$HO_2^- \rightarrow OH^- + (O)$	تفاعل التبييض : أكسجين ذري نشيط للتبييض " غير ثابت "
4	$NaHO_2 \rightarrow Na^+ + HO_2^-$	تفاعل التبييض في الوسط القلوي
5	$2\,H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$	تفاعل التكسير : أكسجين جزيئي غير نشيط للتبييض

وهذه التفاعلات أن الماء الأكسجيني يلعب دوره كحمض بتحلله لشاردة الهيدروجين وشاردة فوق الهيدروكسيل كما في المعادلة ٢، والتي تتفكك بدورها ولعدم ثباتها للأكسجين الذري حسب المعادلة ٣ مع شاردة الهيدروكسيل ، وبإضافة القلوي ينزاح التفاعل ٢ نحو اليمين معطيا المزيد

من شوارد فوق الهيدروكسيل وبالتالي المزيد من الأكسجين الذري، ومع هذا لا تجوز المبالغة في إضافة القلوي حرصاً على متانة الخامة.

وبرغم أهمية إضافة القلوي لحمام التبييض لتنشيط تحلل الماء الأكسجيني وفق المعادلة ٢ ومنع تكون الأكسجين الجزيئي كما في المعادلة ٥ فإنه يتوجب علينا الاعتدال بإضافة القلوي تجنبا لارتفاع سرعة التفكك وبالتالي سرعة تكوين الأكسجين الذري ما يؤدي بالنهاية لانطلاقه السريع وقبل الاستفادة من معظمه من جهة وحرصاً على متانة الخامة من جهة أخرى كما سبق وأسلفنا.

٥-٢-٧- التثبيت: تُستَخدَم بعض المركبات لتثبيت وضبط تفكك الماء الأكسجيني في حمام القصر، وقد تكون مثبتاً فقط أو متعددة الوظائف كبعض المثبتات التي تحسن من ملمس الألياف بعد القصر مثلاً.

ويجب أن تتوفر في المنتج الكيماوي مجموعة خواص يمكنه تحقيقها في حمام التبييض كي نعتمده مثبتاً، ومن أهم هذه الخواص نجد:

أ- قدرته على التثبيت بمختلف: درجات الحموضة والحرارة، نسب الحمام، درجات قساوة الماء.

ب- عزل الشوارد الضارة مثل شوارد: الحديدي، النحاس ...

ج- اقتصادي ومعدلات امتصاص عالية من قبل القماش أو الألياف.

د- رفعه درجة التبييض وعدم تأثيره سلباً على الألياف.

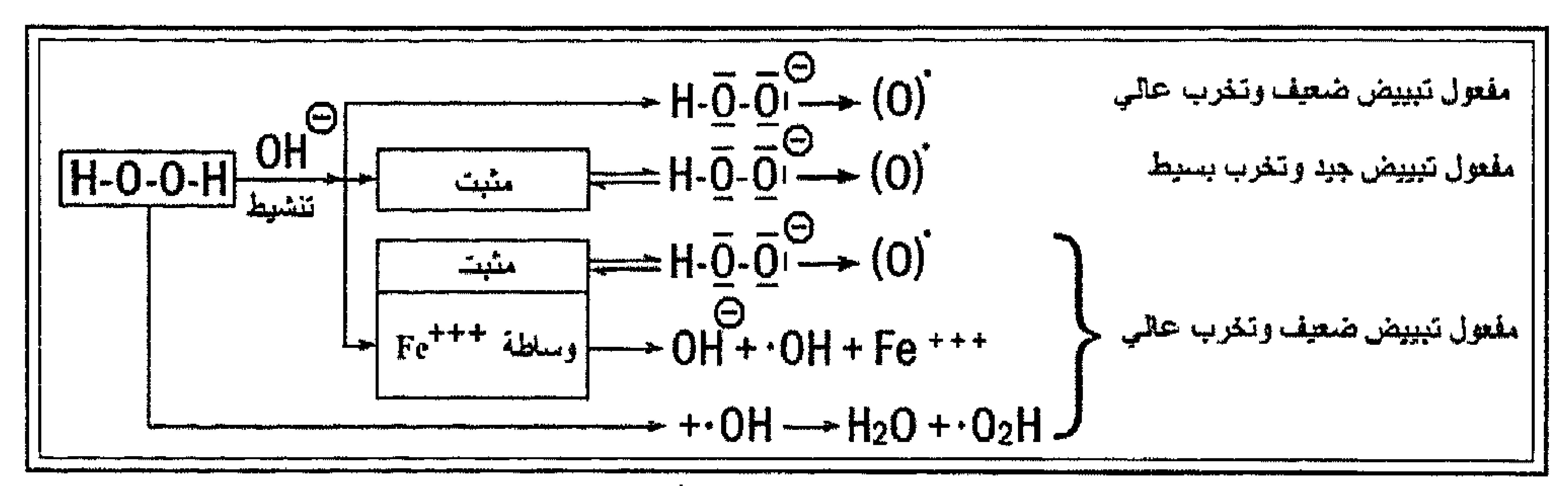
هـ- خفضه محتوى الألياف من الرماد وعدم تأثيره سلباً على ملمس الألياف بعد القصر.

و- تجاوبه مع الشروط الفيزيائية والميكانيكية لعمل الآلة، مثل: التدفق، الانحلال، الضخ.

ويمكننا مع الألياف السيليلوزية استخدام مثبتات مثل سيليكات الصوديوم، أو المثبتات العضوية أو اللاسيليكونية، أما مع الألياف البروتينية فتعمل بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم كعامل غلي ومثبت في آن معاً.

ووضعت شركة باسف تصوراً لآلية تفكك الماء الأكسجيني مع وبدون

مثبت كما هو مبين في الشكل ٢٥ :



الشكل ٢٥ : دور المثبت في تفكك الماء الأكسجيني بحسب BASF

أ- سيليكات الصوديوم: يمكن لمجموعة سيليكات الصوديوم مثل: أورتو السيليكات، ميتا السيليكات، السيليكات الغروية " الزجاج المائي " أن تمارس فعل التثبيت عبر إمكانية توفيرها وسطاً قلوياً وفعلاً معاكساً لفعل الشوارد المعدنية السامة، وترتفع قدرات تثبيتها هذه بوجود أملاح المغنيزيوم.

ومن المهم جداً المحافظة على الشكل الغروي لسيليكات المغنيزيوم والسيليكات المائية لأكسيد السيليسيوم SiO_2 في مرحلتي تشكلهما أو أثناء إجراء حمام القصر.

ولندرة تحقيق شروط العمل المثالية على الدوام تترسب بعض السيليكات على الألياف لتؤثر سلباً فيما بعد على عمليتي الصباغة أو الطباعة وعلى الملمس، لذا فإنه من الضروري جداً العمل على تحقيق التوازن فيما بين السيليكات ودرجة القلوية المثلى وفق مبادئ حساب نسبة أكسيد الصوديوم/أكسيد السيليسيوم، فللوصول لأفضل نتائج تبييض يجب أن تكون نسبة أكسيد الصوديوم/أكسيد السيليسيوم ٣.١:١و ١.٦:١ مقدرةً بـ غ/ل، وكما نرى فإن الرقم المضروب بأكسيدي الصوديوم والسيليسيوم يحوي كسوراً لسيليكات الصوديوم والصود الكاوي المستخدمين، فالصود الكاوي يحوي ٧٧% وزناً أكسيد صوديوم وصفر مئوي أكسيد سيليسيوم.

ب- المثبتات العضوية: يمكننا تجنب مساوئ اعتماد سيليكات الصوديوم كمثبت بالاعتماد على مواد مساعدة عضوية لاسيليكاتية كأن تكون عوامل

تحلية أو منتجات إرجاع بروتينية، أو بعض العوامل الفعالة سطحياً.

ونجد على الصعيد التجاري نمطين من المنتجات: أولهما مثبت فقط، وثانيهما متعدد الوظائف كأن يكون منظفاً أو مطرياً بالإضافة لكونه مثبتاً، وهناك مثبتات تستخدم وحيدةً وأخرى يستحسن مزجها مع السيليكات.

ج- مركبات الفوسفات: من بين مختلف مركبات الفوسفات نجد أن بيرو الفوسفات رباعية الصوديوم T.S.P.P أو $Na_4P_2O_7$، وهكسا ميتا الفوسفات تلعبان دور المثبت في حمام التبييض القلوي آخذين بعين الاعتبار:

- عدم ارتفاع درجة القلوية عن pH:10 ودرجة الحرارة عن ٦٠°م تجنباً لتراجع قدرتهما عن التثبيت.
- يجب استخدام البيروفوسفات مع ماءات الأمونيوم لأن وجود الصود الكاوي أو الصودا آش يؤديان عند درجتي الحرارة والقلوية العاليتين لتحول T.S.P.P لثلاثي فوسفات الصوديوم الضعيف التثبيت.

وعليه فإن معظم استخدام T.S.P.P يكون كمثبت لحمام التبييض للألياف البروتينية الحساسة لدرجات القلوية والحرارة المرتفعتين.

وبعكس السيليكات فإن لشوارد القساوة " الكالسيوم والمغنيزيوم " أثراً سالباً كونه يخفض من قدرات البيروفوسفات كمثبت، ونجد في الجدول ٧١ مجموعةً من المثبتات التجارية لبعض الشركات.

٥-٢-٨- ميزات العمل بالماء الأكسجيني: حظي التبييض بالماء الأكسجيني برواجٍ كبير لميزات العمل معه والتي يمكننا إجمالها بـ:

١. إمكانية استخدامه بالطرق المستمرة.
٢. عدم إطلاقه غازات سامة أو ضارة وبالتالي إمكانية استخدامه في الآلات المكشوفة أولاً، وعدم تأثيره على آلات الصباغة ثانياً.
٣. الوصول لدرجات بياض عالية وثابتة مع المحافظة على متانة الألياف.

٤. إمكانيــة تبييـض الأقمشــة المــراد صــباغتها لعـدم تــأثر الكثيـر مــن الأصبغة به كما هو حال مركبات الكلور.

٥. سـهولة التعامل معه وعدم اضطرارنا لحمامـات إزالـة طويلـة بعـدها مثـل التحمـيض وإزالــة بــواقي الكلــور لأن منتجــات التحلــل هـــي الأكسجين والماء الأمينة لمعظم الأصبغة.

الجدول ٧١

بعض مثبات الماء الأكسجيني التجارية				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيماوي
بريستال DS	Dr.PETRY	مثبت اكسجين موائم للبيئة	سالب	حمض كربوكسيلي
بريستال EPJ		مثبت أكسجين للجت بخواص تبليل ممتازة		ألكان فوسفونات مع اينوكسيلات اغوال دسمة
بريستال BFL		مثبت أكسجين وسبلل ومبعثر للتبييض بالطرق نصف المستمرة		الكيل فوسفات
ريكوستيب OKB	Rudolf	مثبت اكسجين للباد على البارد والمستمرة ونصف المستمرة للقطن ومزائجه		الكيل فوسفونات مع أملاح عضوية ولا عضوية
كونتاڤان NLB	CHT	للتبييض بالماء الأكسجيني في وسط معتدل بخواص تحلية لربطه مسببات القساوة		مركبات فوسفاتية مع منشطات ازوتية
ريدوزين UKN	Z&S	غاسل ومبعثر ممتاز مثبت أكسجين ضعيف الرغوة ولا حاجة لإضافة السيليكات معه		اينوكسيلات اغوال دسمة الكيل أريل سلفونات مركبات فوسفورية عضوية
سابوفيكس RF Conc	SAPO	مثبت أكسجين منظف ومبعثر ومضاد تكسير	لا شاردي	استرات حموض فوسفورية
سيرافيل 500	Dr.Bohme	مطري ومبعثر وتسوية ، مثبت أكسجين بخواص تطرية لحمام القصر		استرات أميدية لحموض دسمة فوسفورية

٥-٢-٩- مساوئ التبييض بالماء الأكسجيني:

١. عدم ثبات محاليله في الأوساط عالية القلوية.

٢. تترسب السيليكات عند استخدامها كعامل تثبيت معه على الآلات والقماش دون أن نتمكن من إزالتها بالطرق الكيماوية بما يؤدي لتلفٍ في القماش وخشونة ملمسه، ما حدا الشركات للبحث عن مثبتات الأكسجين الأخرى كما رأينا في الجدول ٧١ والتي انتشرت في جميع المصابغ.

البحث الثالث

التجهيز الأولي للألياف الصوفية

١- مقدمة: تلعب بنية الصوف الكيماوية الضعيفة دوراً كبيراً في تحديد طرق عمليات تحضيره، ذلك أن أي إجهادٍ زائد قد يؤدي لتحطم روابطه الببتيدية، لذا تقتصر عملية تحضيره على غسله فقط تاركين لونه على حاله لتطبيق العملية الصباغية مستحسنين صباغته بالألوان الغامقة، ولا نلجأ لتبييضه إلا نادراً وبالاعتماد على مبيضات مُرْجِعَة مثل ثاني أكسيد الكبريت، ونادراً ما تجري عملية تبييضه بالبرمنغنات التي تستوجب معالجة لاحقة بالكبريتيت للتخلص من الرواسب المنغيزية البنية اللون، أو للماء الأكسجيني عند درجة حرارة لا تتجاوز ٥٠°م، وأحياناً يُستخدم الكلور مع الكلورامين آخذين بعين الاعتبار أن تخرباً لا بد منه سيقع على الصوف الخام.

٢- تجهيز الصوف للصباغة: تلاقي عملية غسيل الصوف صعوباتٍ خاصة لاحتوائه نسباً عالية من الدهون والشحوم والأوساخ مقارنةً مع الألياف الأخرى، إذ أنه من المعروف بأن ألوان الصوف الطبيعية ثابتة، لذا فإن ما يؤخذ بعين الاعتبار هو إزالة الأوساخ والمواد الغريبة المرافقة، وقد نجد هنا بعض الاختلاف بين أسلوبٍ وآخر بحسب طبيعة المرعى أو طريقة تربية ورعاية الأغنام " ما بين حظيرة أم مرعى عشبي أو صحراوي شوكي " بحيث تصل غالباً حتى ٤٠ %، فعند فرز شعيرات الصوف بحسب طولها ودقتها وصنفها ودرجتها ولونها تمر بعملية تنظيفٍ جافة بالمزج والشفط شرط أن تتم عمليات الفرز بأيدٍ خبيرة، أما الأوساخ الأخرى فتجري عليها عمليات نزعٍ من نوعٍ آخر، ومن أهم المواد الغريبة المرافقة للصوف نجد:

١- أوساخ يمكن إزالتها بحمام مائي كالعرق وبعض الافرازات الدهنية مثل شمع اللانولين وتبلغ نسبتها ٢٨%.

٢- أوساخ غير ذوابة بالماء كالشحوم وتصل نسبتها حتى ١٢%، وأوساخ أخرى بنسبة ٢٦ % تقريباً، لذا نلجأ للمنظفات أو لكربونات الصوديوم لاستحلابها، وبنتيجة الاستحلاب " بسبب تصبن بعض الدهون والشحوم بتفاعلها مع كربونات الصوديوم " يتكون صابون يعمل على إزالة ما تبقى من أتربة وأوساخ.

٣- أوساخ نباتية عالقة بالصوف ولا يمكننا التخلص منها إلا بعمليات تفحيم بحمض معدني كحمض الكبريت أو حمض كلور الماء، إذ أن الحمضين الممددين لا يؤثران إلا على النبات فقط.

وتستوجب هذه المعالجات عمليات غسيل نضمن القضاء على آثارها استدراكاً لتأثيراتها مع الخزن الطويل، والتي تسبب ضعف وخشونة الألياف، وتتم عملية الغسيل بإمرار الصوف على محلول ماءات النشادر أو كربونات الصوديوم بعد مرورها على الحمض المعدني، وتعصر وتجفف عند درجة حرارة ٤٠-٨٠ °م ليتحول السيليلوز النباتي إلى الهيدرو سيليلوز الذي يمكننا التخلص منه بالنفض والغسيل وبذلك تستوفي المعالجة الحمضية حقها فنبدأ بعملية الغسيل القلوية.

٣- تزهير أو تبييض الصوف: ويمكننا في النهاية ولمنح الصوف مظهر البياض تزهيره ببعض الأصبغة الحمضية الزرقاء، وعلينا الانتباه إلى أنه وفي حال اضطرارنا لحمام الماء الأكسجيني فإننا نأخذ بماءات النشادر المركزة بنسبة ١-٢ مل/ل حتى تصبح pH:10 وفي نسبة حمام ٣٠/١ ودون أن ترتفع درجة الحرارة عن ٥٠ °م كما سبق وذكرنا ، ويستغرق حمام التبييض آنئذٍ ٢-٣ ساعات نشطف بعدها على البارد ونعدل بحمض الخل.

البحث الرابع

التجهيز الأولي للألياف الحريرية الطبيعية

١ ـ مقدمة: كي نحصل على الحرير الطبيعي بأفضل حالة ممكنة سنتعرض أولاً لطريقة تربية دودة القز حتى حصولنا على الشرانق، لأن معرفتنا بأصول تربيتها هي الطريقة الأمثل للنتائج الأفضل.

يتم تفقيس بويضات دودة القز في الربيع مع توريق شجر التوت، لذا يؤخذ البيض ويوضع في حجرات تفقيس خاصة ومكيفة لمدة أحد عشر يوماً على أن تبدأ عند درجة حرارة ١٧°م وترفع تدريجياً حتى ٢٨°م في نهاية المدة، ويكثر تفريخ البيض في الأيام الثلاثة الأخيرة ما يستوجب فصل الديدان عن البيض أولاً بأول بوضع شبكة خفيفة تتوضع عليها أوراق التوت فتصعد الديدان لتأكلها من فتحات الشبكة فنرفعها لرفوف التربية الخاصة لنضع بدلاً عنها شبكة أخرى حتى آخر بيضة. وتستغرق فترة تربية الدود مدة ٣٠ـ٤٠ يوماً تنقسم لخمسة مراحل، وتصوم الدودة في نهاية كل مرحلة مدة يوم أو يومين تنقطع فيها عن الحركة وترفع رأسها ويجف جلدها لينسلخ وتخرج بجلدٍ آخر أكثر بياضاً، وهكذا يزداد طولها حتى يصير ٩ سم ووزنها ٥ غرام وهو ما يعادل ٤٠ مرة عن طولها و ٩٥٠٠ مرة عن وزنها حين الفقس، ويتم تكييف وتجديد هواء غرفة التربية باستمرار حسب الأدوار وبحيث تتراوح درجة حرارتها بين ٢١ـ٢٦°م، ويراعى أن يترك لكل دودة ثلاثة أمثال المساحة التي تشغلها وهي ثابتة، وأن لا يتم الإمساك بها بل يوضع لها القش عند عمل الشرانق، وترفع الدودة رأسها لتغزل الخيط الحريري حول جسمها وكأنها تحرك رأسها بحركةٍ مستمرة محدثة ٦٠ ذبذبة في الدقيقة، وتستمر على هذا الشكل ثلاثة أيام ومخرجة من فمها ٥٥٠ـ١١٠٠ متر من الخيط، وتجمَع الشرانق بعد ستة أيام حتى يكتمل التطور الداخلي ويخف وزن الشرنقة وتكون جاهزة للحل.

٢ ـ حل الحرير: لا بد من خنق العذراء في الشرانق قبل تكون الفراشات

القادرة على ثقب الشرنقة والخروج منها، لذا تعرض الشرانق لبخار الماء ومن ثم تجفف بالهواء بعيداً عن الشمس أو بتيار هواء ساخن، ونبدأ بفرزها لاستبعاد الضعيف والملوث والمثقوب والمزدوج، أما السليم فيؤخذ ليُحَل يدوياً أو آلياً، ويطلق على حرير الشرانق السليمة اسم الحرير الجريح وحرير الشرانق الأخرى اسم الحرير الشاب.

٣- **الحرير الجريح:** تنقع الشرانق السليمة في حوض ماء مغلي للتقليل من النفايات، ثم تنقل بعد سحب أول الخيط لحوض ماء درجة حرارته ٦٠°م لتحلل المواد الصمغية، ويُمسَك بطرف الخيط ليُلف على عدة بكرات لسحبه وبرمه وتسريحه فتتكون ألياف الحرير الجريح التي يمكننا سحبها بسهولة لاحتوائها مواد صمغية، ويُبَيَض الحرير أحياناً بالماء والصابون لنبدأ مرحلة برم الخيوط وتجميعها بآلاتٍ خاصة.

٤- **الحرير الشاب:** تغسل باقي الشرانق للتخلص من الصمغ والأوساخ بالماء والصابون أو بمواد كيماوية لتغسل ثانية وتترك للتجفيف لبضعة أسابيع لتستعيد مرونتها، ثم تؤخذ لآلة خاصة حيث تُفَتَح الخيوط وتوازن وتمشط وتحلق وتنسق.

٥- **تجهيز الحرير:** نستنتج أن عملية تبييض الحرير ليست إلا عملية غسيل لإزالة صمغ السريسرين الذي تصل نسبته حتى ٣٠%، ويمكننا إزالة هذا الصمغ بالغسيل بالماء وصابون مارسيل " الذي يُحضر من تصبين زيت الزيتون أو الزيوت الطبيعية على أن يكون الماء طرياً " ليستعيد الحرير لونه الأبيض الأصلي، ويمكننا في حال أردنا الحرير ناصع البياض تبييضه بالإرجاع بثاني أكسيد الكبريت أو بهيدروسلفيت الصوديوم وأحياناً بالماء الأكسجيني ثم يُغسل جيداً ويزهر ببعض الأصبغة الحمضية أو القلوية أو بالمسطعات الضوئية الخاصة، وتنصح شركة كلارينت " ساندوز " بغسل الحرير بصابون مارسيل أو بصابون ساندوبان SRS وفق الجدول ٧٢:

الجدول ٧٢

<table>
<tr><td colspan="6">حمامات التحضير الأولية للحرير الطبيعي بحسب كلارينت " ساندوز"</td></tr>
<tr><td colspan="6">حمام الغسيل بصابون مارسيل أو ساندوبان السائل SRS</td></tr>
<tr><td>عامل التصبين</td><td colspan="2">كربونات أو فوسفات الصوديوم</td><td>المعالجة</td><td colspan="2">الإنهاء</td></tr>
<tr><td>٨ ـ ١٠ غ/ل صابون مارسيل أو ٣ـ٥ غ/ل ساندوبان SRS</td><td colspan="2">١ ـ ٢ غ/ل حتى pH:9.5-10</td><td>١ـ٢ ساعة / ٩٠ـ٩٥ °م</td><td colspan="2">معالجة عند ٥٠ °م بماءات النشادر المركزة ثم بماء ساخن فبارد</td></tr>
<tr><td colspan="6">حمام المعالجة الأنزيمية</td></tr>
<tr><td>أنزيم باكتوزول السائل المركز SL</td><td>ساندوكلين السائل PC " مزيل زيت "</td><td>كلور الصوديوم</td><td>كربونات الصوديوم</td><td>المعالجة</td><td>الإنهاء</td></tr>
<tr><td>٢ مل/ل</td><td>٢ مل/ل</td><td>٢ غ/ل</td><td>حتى pH~9</td><td>٢ ساعة/ ٥٥ °م</td><td>حمام شطف ساخن فبارد</td></tr>
<tr><td colspan="6">حمام الغسيل عند درجات الحرارة العالية</td></tr>
<tr><td>صابون مارسيل أو ساندوبان SRS</td><td>المعالجة</td><td>التفريغ</td><td colspan="2">المعالجة بماءات النشادر المركز</td><td>الإنهاء</td></tr>
<tr><td>٢ مل/ل</td><td>٣٠ـ٦٠ دقيقة / ١٢٥ـ١٣٠ °م</td><td>٩٠ °م</td><td colspan="2">١ غ/ل</td><td>حمام شطف ساخن فبارد</td></tr>
</table>

البحث الخامس

التجهيز الأولي للخيوط التركيبية

١- المقدمة: تتشابه الخيوط التركيبية في تجهيزها للصباغة، إذ تتعلق معالجة الخيوط عموماً بطبيعة المعالجات النهائية المطبقة من قبل الشركة الصانعة، كما تتعلق بظروف تشغيل وحياكة الأقمشة ومدى صلاحية أو جودة المواد المستخدمة لإنجاز هذه المراحل " كالمزلقات وزيوت المغازل مثلاً " ومدى قابلية هذه المواد للغسيل والانحلال أو الاستحلاب بالماء إضافة لنسبة الحمام، وهذا الأخير يرتبط بطراز الآلة التي يتم فيها تطبيق حمام الغسيل، علاوةً عن شروط الحمام الأخرى كالزمن ودرجة الحرارة ودرجة قساوة الماء ...

٢- زيوت المغازل: تمتاز زيوت المغازل بلزوجتها المنخفضة وبقرينة لزوجة في الدرجة ٢٠°م ما بين ١٢- ٢٠ سنتي بواز وبقدرتها الجيدة على التزليق وثباتها الجيد ضد التأكسد، ويستحصل عليها عادةً كمنتجاتٍ ثانويةٍ عند تقطير النفط تحت الفراغ لذا يتوجب تنقيتها جيداً أثناء تحضيرها أو اصطناعها كي لا تترك بقعاً على الأقمشة بعد الصباغة. ويفترض فيها أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد إضافتها للماء العادي، لذا فإنه غالباً ما يُضاف إليها بعض عوامل الاستحلاب بالإضافة لموانع الأكسدة، وهذه كلها معرضة للأكسدة والتخرب بفعل الخزن لمددٍ طويلة وبشروط درجات حرارة ورطوبة غير ملائمة، أو أنها قد تتخرب بفعل تدوير آلات الحياكة بسرعاتٍ عالية ما يُعرض الخيوط والزيوت لإجهاداتٍ حراريةٍ يسببُ تخربهما معاً، إذ يفقد الزيت قدرته على الاستحلاب، ويفقد الخيط بعضاً من ألفته نحو الأصبغة ومواد الإنهاء.

وتظهر مشكلة فساد الزيت واضحةً جليةً بعد الصباغةِ على شكل خطوطٍ غامقةٍ مكانَ إبرة الحياكة التي يحدث عندها درجةَ تزييتٍ أعلى، أو على شكل بقع صباغ غامقة وموزعة على سطح القماش.

٣- الغسيل الأولي للزيوت: يُستحسن تطبيقُ حمامَ غسيلٍ مستقلٍ للزيوت قبلَ صباغةِ القماش باستخدام منظفٍ قادرٍ على استحلابها ومع بعض المذيبات إن لزمَ الأمر وبوسطٍ قلوي لطيف " pH~9 " باستخدام كربونات الصوديوم عند درجة حرارة ٦٠- ٧٠°م تقريباً، ومن الضروري أن نشير هنا إلى أن ارتفاع درجات الحرارة عن ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب وبالتالي لمفعول عكسي، ونتبع هذا الحمام بشطفٍ باردٍ مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غواسل لا شاردية في حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسبرس ما يؤدي لتشكل البقع الغامقة عند الصباغة، ومن الصعب الإزالة الكاملة للمركبات اللاشاردية بعد استخدامها في حمام الغسيل ما يسمح ببقاء قسم كبير منها لحمام الصباغة.

أما شركة باير فتنصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيروالفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح باقي الشركات بثلاثي فوسفات الصوديوم.

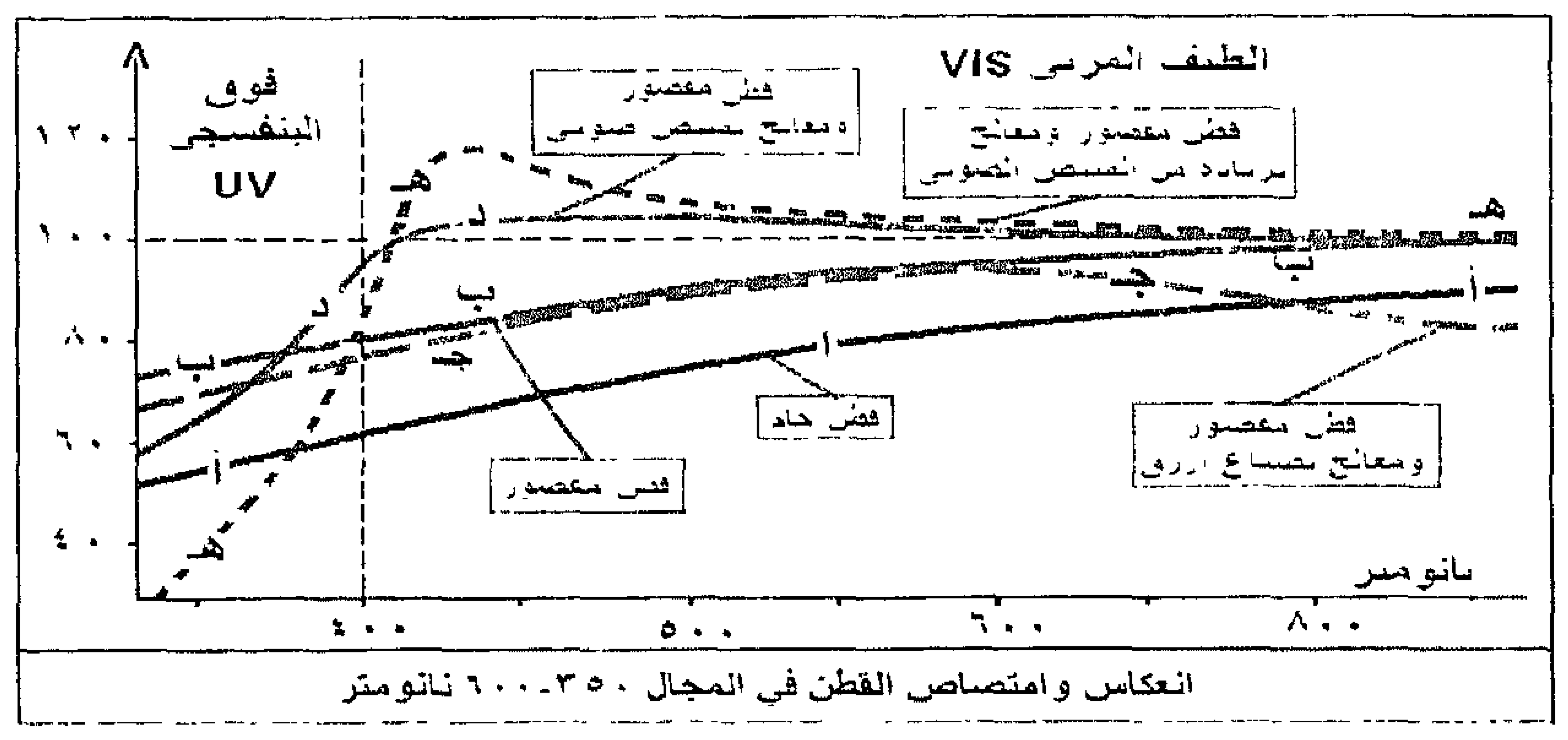
٤- الغسيل الأولي للغرويات: كثيرا ما يرافق الخيوط التركيبية كميات من المواد الغروية التي قد تؤثر سلباً على درجة تبعثر الأصبغة ما يؤدي لتراجعٍ في تسوية العملية الصباغية. وينصح لإزالتها باستخدام عامل منظف مع مذيبٍ في حمام يحوي ١ غ/ل كربونات أو ثلاثي فوسفات الصوديوم عند درجة حرارة ٦٠°م ولمدة ١٥ دقيقة متبوعة بشطف جيد.

٥- اختصار حمام الغسيل الأولي: يستحسن بعض الصباغين دمجَ عمليتي الغسيل والصباغة في حمامٍ واحدٍ لرفع اقتصادية العملية وتوفير ما أمكن من الماء والطاقة لذا فإنهم قد يلجأون لإضافة عاملٍ منظفٍ ومزيل زيوت إلى حمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة وثباتياتها، ولوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلوياً لإزالتها، وهذا ما يستحيل تطبيقه في حمام صباغة الخيوط التركيبية التي تستلزم صباغتها وسطاً حمضياً وفي أحسن الأحوال معتدلاً لطائفةٍ كبيرة من الأصبغة.

البحث السادس

المبيضات الضوئية

١ـ المبادئ البصرية لتأثيرات المركبات المفلورة: تمتص أنواع خامات الخيوط والورق والبلاستيك والمركبات عضوية بعضاً من الضوء المرئي وخاصةً في مجال طول الأمواج ٤٠٠ـ٥٠٠ نانومتر ما يسبب تلونها باللون الأصفر البني كما يبين " المنحني آ من الشكل ٢٥ ":



الشكل ٢٥ : انعكاس وامتصاص القطن في المجال ٣٥٠ـ ٦٠٠ نانومتر

لذا فإنها تبدي لوناً بنياً فاتحاً لاحتوائها أصبغة طبيعية: فالقطن لاحتوائه الكيراتين ولأصبغةٍ أخرى، والصوف والحرير فلاحتوائهما مزائج معقدة من البولي ببتيدات والملونات البروتينية الأخرى، أما الخيوط المجددة فلمنتجات التفكك الحراري الحاصلة فيها، ويمكننا التخلص منها عادةً عبر الأكسدة بقصرها كيماوياً " المنحني ب " دون المبالغة منعاً للتخرب الزائد والضار.

ويمكننا تعديل اللون الأصفر الخفيف بتزريق الخامات بالأصبغة الزرقاء، وليضرب لون الخامات آنئذٍ باتجاه الرمادي الأقل بياضاً " المنحني ج "، ومن الصعب على العين تمييز اللون الرمادي الكاسر للضوء عن التدرج الخفيف للألوان مثل اللون الأصفر البني في المنتجات الخام غير المقصورة.

ونجد من ناحيةٍ أخرى أن المبيضات الضوئية تستلزم امتصاص الضوء

فـي مجـال ٤٠٠-٤٨٠ نـانومتر لتـتمكن مـن تعـديل اللـون الأصـفر دون أن يكون لـها القدرة على امتصاص أي ضوء مرئي، لذا فـإن تأثير ها يظهر عند امتصاصـها الإشـعاع فـوق البنفسـجي وفـي مجـال ٣٥٠-٣٧٥ نـانومتر وانعكاس عند ٤٢٠-٤٤٠ نـانومتر" المنحنيـان د ، هـ" ، ويعطينـا المنحنـي د أعلى درجـة بياض ممكنـة، في حين أنـه وبـالتراكيز الأعلـى " المنحنـي هـ" نحصل على لون أبيض شديد اللمعان ولكن باتجاه الأبيض المزرق.

تم اكتشـاف مفعول التبييض الضـوئي من قبل كريز عـام ١٩٢٢عنـدما قـام بتشريب الحرير الصناعي وخيوط الكتان بخلاصـة مركبـات قشـور الكستناء الحاويـة علـى الاسـكولين Esculin، فالمبيضـات الغلوكوزيديـة تحـوي ٦,٧- ثنائي هيدروكسـي الكومـارين " الصـيغة ١ "، أمـا أول مبيض صـنعي أمكن استخدامه فتم اصـطناعه من ميتيل اومبيلـي فيـرون Methyl umbelli ferone " الصـيغة ٢ " والـذي أمكـن اصـطناعه بسـهولة مـن الريزوسـينول Reserinol واسـتر حمـض الخـل، وكـان الانقـلاب الحقيقـي لصـناعة المبيضـات عـام ١٩٤٠ بتحضـير : ٤-٤- ثنـائي أمينـو سـتلبين – ٢,٢- ثنـائي حمض السلفون.

الصيغة ١	الصيغة ٢
H, HO, HO, O, O	CH_3, H, HO, O, O

٢- **المجموعات الكيماويـة الرئيسـة للمبيضـات الضـوئية:** تحـوي جميـع البنـى الكيماوية التجارية للمبيضات الضوئية إحدى المجموعات: الكربونيل متصلـةً بـِ : البنـزن أو النفتـالين أو البيـرين، الايتيلـين -CH=CH– ، آزو الميتـين – HC=N-، نظـام الخـواتم العطريـة المتغـايرة والتـي يمكنهـا أن تتهيج بتـأثير الإشـعاع فـوق البنفسـجي عنـد ٣٤٠-٤٠٠ نـانومتر تقريبـاً، كمـا يمكـن لهـذه المجموعـات العطريـة المتغـايرة أن تـرتبط ارتباطـاً مباشـراً دونمـا حاجـةٍ لمجموعات جسرية رابطة شرط امتلاكها الثبات والمقاومـة الكـافيين، دون أن ننسـى إمكانيـات البنـى المسـتوية لامتصـاص الطاقـة الضـوئية وإصـدارها

الإشعاع، ويمكننا تصنيف المبيضات الضوئية عموماً في مجموعاتٍ ست:
١) المركبات ذات الزمرة الواحدة أو الزمرتين من الستلبين.
٢) ١،٢- مشتقات الايتيلين مع متبقيي زمرتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي.
٣) مشتقات الكومارين.
٤) مشتقات البيرازولين.
٥) مركبات النفتاليميد.
٦) مجموعة يتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة كربط حلقات التيوفين والفوران بخواتم البنزو كسازول.

٢-١- المركبات ذات الزمرة الواحدة أو زمرتي ستلبين: وتشكل هذه الزمرة ما يقارب ٨٠% من مجموع المنتجات التجارية، إذ غالباً ما تكون المبيضات الأحادية الستلبين مؤستلة كما هو حال ٤,٤- ثنائي أمينو الستلبين – ٢,٢- ثنائي حمض السلفون، وتسيطر عموماً زمرة N,N'-Diaroylation ومن المتوقع أن تسود في المستقبل القريب المركبات من مشتقات كلور التريازين، إذ أن أول مشتقات كلور التريازين كانت بلانكفور B " الصيغة ٣ "، الذي اصطنعه وندت Wendt عام ١٩٤٠، وتم استخدامه في عالم المنظفات ولتبييض: القطن، البولي أميد، الصوف، الورق، ونجد اليوم أن أكثر من ٢٠ بنية مختلفة للنمط ذاته يتم إنتاجها بشكلٍ تجاري ، ويعود الاختلاف فيما بينها لخاتم التريازين.

الصيغة ٣: بلانكفور B : مبيض ضوئي ٣٢

وتحوي بعض المبيضات الضوئية مجموعات عضوية متغايرة بدلاً عن مجموعة أمينو التريازين مثل التريازول، وكانت أولى منتجات هذا النوع البلانكفور G " الصيغة ٤ " والذي لم يُنتَج بعد ذلك نهائياً.

الصيغة ٤: بلانكفور G : مبيض ضوئي ٤٠

في حين أننا نجد اليوم أن الأهمية الأكبر لمشتقات التريازول غير المتشابهة كما هو حال التينوبال RBS "الصيغة ٥" المستخدم للألياف السيليلوزية والبولي أميد والمنظفات بسبب إدخال زمرة سلفون لجعله قادراً على الانحلال بالماء ، ونجد المركب المشابه له التينوبال E الذي أدخلت عليه زمرة N- ايتيل سولفاميدو بدلاً عن مجموعة حمض السلفون والمستخدم لخيوط البولي استر.

الصيغة ٥: تينوبال RBS : مبيض ضوئي ٤٦

ويحوي البلانيل الأبيض اللامع R " الصيغة ٦ " مجموعتي ستلبين ويسمى ٤,١- مقرون (٢- سيانوسيتريل) البنزن ، بالإضافة لمجموعاتٍ أخرى تحوي ٤,٤- ثنائي الفينيل ترتبط عبر جسر على البنزن في وسط المركب.

بلانيل أبيض لامع R : مبيض ضوئي ١٩٩

٢-٢- مشتقات الايتيلين مع متبقي زمرتين عطريتين متغايرتين أو عطريات متغايرة مع متبقي عضوي: مثل مشتقات البنزوكسازول مثل الأوفيتكس ERN " الصيغة ٧ " وأوفيتكس A " الصيغة ٨ " اللذين تتم تقويتهما بخواص الستلبين ليكونا أكثر شراهية للماء وبالتالي للألياف وخاصة اللينة منها.

الصيغة ٧: أوفيتكس ERN : مبيض ضوئي ١٣٥	الصيغة ٨: أوفيتكس A : مبيض ضوئي ١٣٣

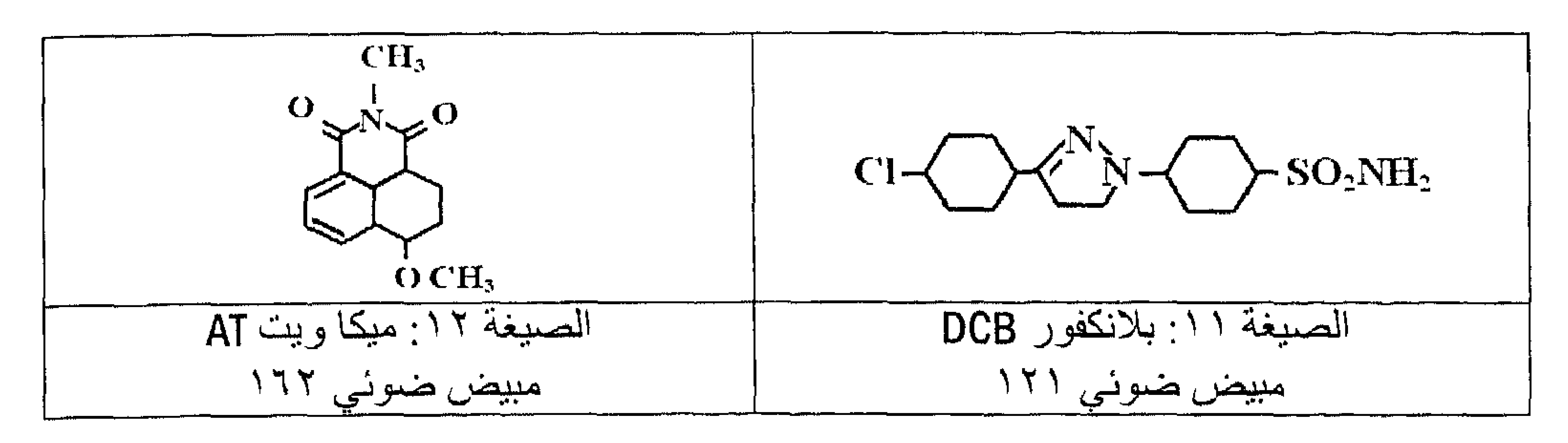
كما يستخدم أيضاً ٢- سيتريل بنزو كسازول الذي يكتسب أهميته من كونه مزيج مختلط للستلبين مع مقرون بنزوكسازول.

٢-٣- مشتقات الكومارين: ونجد منها هيدروكسي الكومارين مثل الصيغتين ٣ و ٤ اللذين تم استعراضهما تاريخياً ولم يعودا مكان استخدام ، وإنما استبدلا بمشتقاتٍ تحوي زمر أمينو أو N- حلقات عطرية متغايرة في سبعة مواضع ، فنجد منها تينوبال SWN " الصيغة ٩ " وليكوفور EGM " الصيغة ١٠ " والذي يمكن اعتباره من مشتقات الستلبين مع حلقة متغايرة بين الموضع أورتو لإحدى حلقات البنزن وبيتا – ميتين كربون.

الصيغة ٩: تينوبال SWN مبيض ضوئي ١٤٠	الصيغة ١٠: ليكوفور EGM مبيض ضوئي ٢٣٦

٢-٤- مشتقات البيرازولين: تتألف هذه المجموعة من ١-٣- ثنائي فينيل – ٢ – بيرازولين والتي تدخل في معظمها مجموعة السلفون أو أميد السلفون في الموقع ٤ كما هو حال البلانكفور DSB " الصيغة ١١ " والمستخدم للألياف البروتينية ، أسيتات السيليلوز، البولي أميد.

٢-٥- مركبات النفتاليميد: ونجد من أهمها N – ميتيل-٤ ميتوكسي نفتاليميد مثل ميكاوايت AT " الصيغة ١٢ " والذي يتمتع بأهميةٍ كبيرة لإمكانية استخدامه لمجموعة واسعة من الخيوط مثل : أسيتات السليلوز، الاكريليك ، البولي اولفين ، البولي استر.



الصيغة ١٢: ميكا ويت AT مبيض ضوئي ١٦٢	الصيغة ١١: بلانكفور DCB مبيض ضوئي ١٢١

٢-٦- المجموعة السادسة: ويتم اصطناعها من مركبات عطرية بربطها بخواتم عطرية متغايرة، ونجد منها مبيض البولي استر فلوليت XMF في الصيغة ١٣ وذي التركيب : ٤,٢- ثنائي ميتوكسي – ٦- (١- بيرنيل) – ١,٣,٥- تريازين.

الصيغة ١٣: فلوليت XMF : مبيض ضوئي ١٧٩

أما التينوبال SOF " الصيغة ١٤" وأوفيتكس ALN " الصيغة ١٥ " فنجد أن حلقات التيوفين والفوران فيهما ترتبط بخواتم البنزوكسازول.

الصيغة ١٨: أوفيتكس ALN مبيض ضوئي ١٨١	الصيغة ١٤: تينوبال SOF مبيض ضوئي ١٩٠

لقد أدرك كيماويو الأصبغة أهمية معامل الانطفاء الجزيئي الكتلي لقوة الصباغ التلوينية، ويكون المردود الكمي لفلورة المبيضات الضوئية هاماً بإضافة معامل الانطفاء للامتصاص، ولسوء الحظ فإنه نادراً ما تعطى قيمته في الصناعة باستثناءٍ تمت ملاحظته عام ١٩٨٤ من قبل فريكشونن وشينزل Frichkorn & Schinzel على ٢،٢- ثنائي بنزازول أوكسازول النفتالين والذي وجد أن مردوده الكمي " الكوانتي " عموماً بين ٠.٤٨-٠.٨٥، وهناك

دراسات وأبحاث مختلفة على كيمياء المبيضات الضوئية تتمحور حول إضافة مجموعات لهذه المركبات.

٣- مبيضات مجموعة الستلبين: تعتبر مجموعة مبيضات الستلبين الأكثر انتشاراً على الصعيد التجاري اليوم، فنجد منها مثلاً ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبين الذي نراه في الصيغة ١٦، والذي تم إدخال نواة التريازين إليه فيما بعد لرفع ثباتيته لغسيل الألياف السيليلوزية كما هو مبين في الصيغة ١٧:

الصيغة ١٦: ثنائي أمينو ثنائي سلفون الستلبين

الصيغة ١٧

ونرى في الجدول ٧٣ المبيضات الضوئية لبعض الشركات والذي نتبين فيه وحدة تركيب المادة الفعالة بين مجموعة مبيضات تتوزع في ثباتياتها واتجاه لون بياضها والألياف الأنسب لها وبالتالي شروط استنزافها ما بين وسطٍ حمضي أو قلوي وشحنته الشاردية.

٤- بناء حمامات التبييض:

٤-١- تبييض الألياف السيليلوزية: يتم بناء حمام تبييض الألياف السيليلوزية من مواد بناء حمام القصر ولكن بكمياتٍ أعلى تتناسب مع درجة البياض المطلوبة مضافاً لها المسطع الضوئي الملائم، وترتبط الكميات الواجب إضافتها بحسب تراكيز الكيماويات والمواد المساعدة من منظفات وغواسل ومبللات ومزيلات زيوت، إضافة لطبيعة أو تركيب الخامة، وعموماً فإن أهم ما يُضاف لحمام التبييض ما نراه في الجدول ٧٤.

الجدول ٧٣

بعض أهم المبيضات الضونية لبعض الشركات العالمية *Optical brighteners " Fluoresent brighteners "*				
المبيض الضوني	**الشركة**	**الخواص**	**الشحنة**	**التركيب**
بيتكس BNF 2000	سابروس	مبيض للبولي استر ، زرق	N	مشتقات ستريل البنزن
ريكو بلانك OAB	رودولف	مبيض للبولي استر ، حمر		مشتقات البنزوكسازول
ريكو بلانك OBL		مبيض للبولي استر ، زرق		
أوفيتكس BHV Liq	هانتسمان	للسيليلوز، ثابت للبيروكسيدات، غير ثابت للهيدروسلفيت والبيسلفيت، والكلورين والكلور	A	مشتقات حمض ثنائي سلفون الستلبين
بيري بلانك PES Conc	د. بتري	للبولي استر، حمر، ملائم للطرق المستمرة والمتقطعة: ٩٨ـ ١٣٠ °م، وللترموزول ٢١٠ °م		
بيري بلانك BA		للألياف السيليلوزية والصوفية والنايلون، زرق، ثابت تجاه الأكسجين والمرجعات		
بيري بلانك BN Liq		للسيليلوز والصوف والنايلون، للباد، منخفض الألفة، حمر، ثابت تجاه الكهرليتات ورزينات الإنهاء حتى pH: 1		
بيري بلانك PAC Liq		للبولي أكريلو نتريل، حمر ساطع، ثابت تجاه الكلوريت	C	بنزايميدازول
توبو بلانك DIC	CHT	للسيليلوز، منخفض الألفة، حيادي، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيبوكلوريت	A	مشتقات الستلبين
توبو بلانك BA Conc		للسيليلوز والنايلون ، ألفة عالية، زرق، ثابت للأكسجين والهيدروسلفيت، غير ثابت للكلوريت والهيبوكلوريت		
توبو بلانك HA		للسيليلوز والصوف والنايلون والحرير، ألفة عالية، حيادي إلى زرق، ثابت تجاه الأكسجين والهيدروسلفيت غير ثابت تجاه الكلوريت والهيبوكلوريت		

الجدول ٧٤

بناء حمامات التبييض									
المادة	سيليلوز	فيسكوز	صوف	حرير طبيعي	بولي استر	بولي أميد	٢.٥ أسيتات	ثلاثي الأسيتات	اكريليك
مبلل		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
منظف									
مزيل زيت	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒
مضاد رغوة	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒
مضاد تكسير	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒	▒
عامل تحلية			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
مثبت أكسجين		▲	▒	▲	▲	▲	▲	▲	▲
قلوي		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
حمض									
كلوريت الصوديوم	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	
حامل " كارير "	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲
درجة الحرارة المئوية	٩٥ ـ ١١٠		٩٥	٩٥	٩٥ ـ ١٣٠	٩٥	٨٠	٩٥ـ١٢٠	٩٨ ـ ١٠٢
: ضروري ، ▒ : عند اللزوم ، ▲ : غير ضروري									

٥ـ تقييم عملية تبييض البضائع: غالباً ما تتم عملية تقييم درجة البياض بمعايير وطرق خاطئة، وبخاصة عندما تتم عملية التبييض بقصد عملياتٍ

لاحقة، كالحياكة مع غزولٍ ملونة أخرى أو للطباعة... وتعتبر من أهم مقومات تقييم عمليات التبييض:

١. درجة البياض.
٢. درجة تخرب الألياف، والقدرة على الامتصاص وبخاصة للسيليلوز ومزائجه.
٣. محتوى الشوائب السيليلوزية النهائي.
٤. طرق وشروط الإنهاء.
٥. درجة التخلص من الشوائب الأخرى كبذرة القطن.
٦. ملائمتها للعمليات اللاحقة مثل الحياكة والصباغة.

وفي حين يمكننا وبالعين المجردة التحقق من البنود الثلاثة الأولى، فإننا نجد أنه لا بد من إجراء تحاليل خاصة بالبنود الأربعة اللاحقة: تحديد درجتي البياض والتخرب، القدرة على الامتصاص وتحليل الشوائب اللاسيليلوزية.

٥-١- تحديد درجة البياض: يتم تحديد درجة البياض بوساطة أجهزة قياس فيزياضوئية مزودة بمعطيات وقيم ثابتة " سبكتروفوتومتر" يمكننا من خلالها التجرد عن الأمزجة الشخصية المرتبطة بالعمر وحساسية العين تجاه الألوان.

ونجد أن جميع الأجهزة أو الطرق المساعدة تقوم على استقراء العينة المراد قراءة درجة بياضها عبر قياس كمية الضوء المنعكس وبما تمتلك من الشروط الكافية للرؤيا بحيث يتم القياس عند طول موجة وحيد لإتمام الطيف بعد الفحص الدقيق وتحويل قيمته لأجهزةٍ حاسوبية تبين لنا درجة البياض كرقمٍ يمكننا استيعابه عبر جداول خاصة كما هو الحال في طرق الاختبار ١١٠ من جداول اختبارات الجمعية الأمريكية لكيماوي وصباغي النسيج AATCC.

ويتم تحديد درجة بياض العينات غير المفلورة بصورة مناسبة عبر قياسها بطول موجة وحيد، وغالباً ما يكون عند طول موجة ٤٥٧-٤٦٠ نانومتر بحيث يمكننا قراءة درجة زرقة البياض ما يستوجب تحميل جهاز

التحليل الطيفي بمعلوماتٍ واسعة من نوعيات المبيضات ودرجات صفار العينات، إذ تستحسن العين البشرية اللون الأبيض المائل للزرقة ولا تستسيغ البياض المصفر، وتعتمد النظم العالمية أكسيد المغنيزيوم MgO كبياض قياسي نظامي له قيمة انعكاس ١٠٠%، وتعتمد أجهزة قياس درجات البياض والألوان في مرجعيتها لهانتر HUNTER أو مرجعيات سيبا، باير... وتعتبر طريقة زيس " The Zeiss " Elrepho الطريقة الأكثر رواجاً لكلفها البسيطة ودقتها وسرعة تطبيقها وإمكانية مطابقتها مع معظم المعطيات.

ويجب أن تكون درجات انعكاس العينات المبيضة كما في الجدول ٧٥:

الجدول ٧٥

درجات انعكاس بعض العينات المبيضة			
العينة	قطن / بولي استر ، صوف	صوف	كتان
درجة الانعكاس	٨٠-٩٠%	٥٠-٦٠%	٦٠-٨٠%

٥-٢- تحديد درجة تخرب الألياف:

٥-٢-١- الاختبارات النوعية:

يمكننا وبعدة طرق الكشف عن وجود أوكسي السيليلوز الناتج عن تخرب السيليلوز بسبب التعامل الخاطىء مع الكيماويات المستخدمة.

وتتأثر اختبارات الكشف النوعية بوجود شوائب غريبة عن العينة مثل: النشاء، الشموع، مواد الإنهاء...، لذا فإن أول ما يتوجب علينا فعله هو تنظيف العينات وصولاً لنتيجةٍ أدق، ويبين الجدول ٧٥ تأثير بعض الكواشف على السيليلوز:

الجدول ٧٥

تأثير بعض الكواشف على السيليلوز					
محلول الاختبار	محلول فهلنغ	كاشف نسلر	كاشف شيفت	نترات الفضة القلوية	كلور القصدير وكلور الذهب
مظهر التخرب	بني محمر	أصفر إلى رمادي	أحمر	حمام رمادي إلى أسود	بنفسجي

وقد اعتمدت شركة انتروكس Interox اختبار نترات الفضة القلوية لتحديد التخرب الموضعي بالأكسدة، ويجري تطبيقها عادةً على الشكل:

تحضير المحاليل: نبدأ بتحضير محلولين:

- المحلول ١: ٨ غ نترات فضة في ١٠٠ مل ماء مقطر.

- المحلول ٢: ٢٠ غ تيوسلفات الصوديوم مع ٢٠ غ صود كاوي في ١٠٠ مل ماء مقطر.

ويمكننا خزن المحلولين في عبوات غامقة للتحضير الطازج منهما ولكل تجربة وبحيث يتم الاختبار بنسبة ٢٠/١.

تطبيق الاختبار: نأخذ ٢٠ مل ماء مقطر في بيشر ونضيف لها ٢ مل من المحلول ٢، ثم نبدأ بإضافة ١ مل من المحلول ١ ببطء مع التحريك المنتظم، ومن المهم جداً إضافة المحلول ١ لمحلول ٢ الممدد، وإعادة حل أية ترسبات قد تظهر، ثم نغلي المحلول بعد المزج ونضيف العينة لنتابع الغلي لمدة خمس دقائق مع التحريك المستمر، وأخيراً ننزع العينة ونغسلها، ونلاحظ أنه وبحدوث التخرب يأخذ المحلول اللون الغامق.

٥-٢-٢- الاختبارات الكمية: يمكن لبعض المذيبات إذابة السيليلوز دون أن تؤثر على بنيته البوليميرية، وبحيث يمكننا الاستدلال على تركيز السيليلوز ومتوسط طول سلسلته البوليميرية من درجة لزوجة المحلول الناتج.

ويؤدي التخرب الكيماوي للسيليلوز لتراجع رقم بلمرته وبالتالي لتناقص طول سلسلته ووزنه الجزيئي، كما تتراجع لزوجة المحلول بسبب تحلل السلاسل السيليلوزية بتأثير بعض التفاعلات الكيماوية، والنظامان المعتمدان لتحديد درجة التخرب عموماً هما:

في بريطانيا: نظام إذابة السيليلوز بمحلول ماءات النحاس النشادرية ومقارنتها مع جداول درجات اللزوجة، قيم السيولة مثلاً، أما في الاتحاد الأوروبي فإن المذيب الأكثر شيوعاً هو ثنائي أمين ايتيلين النحاسي الذي يُمَكِنُنا من قياس اللزوجة بحسب درجات البلمرة " D.P ".

في الولايات المتحدة: نجد أن معظم المذيبات المستخدمة والطرق المعتمدة تناسب الخيوط الصنعية الأخرى كما هو الحال مع محلول ميتا الكريزول الملائم للبولي أميد.

٥-٣- قيمة السيولة: اعْتُمِدَ مذيبا: محلول النحاس النشادري، وثنائي أمين ايتيلين النحاسي.

٥-٣-١- طريقة محلول النحاس النشادري Cuam: دُوِنَت هذه الطريقة في كتاب المواصفات البريطانية رقم ١١ إذ تقوم على محلول النحاس النشادري القياسي، ومقياس اللزوجة من طراز Shirley – X، وأهم ما تتميز به هذه الطريقة إمكانية تطبيقها بسعاتٍ زمنية متباينة، إذ يمكن تطبيقها بإذابة العينة في المحلول وتركه ليلة كاملة، أو وفق طريقة قانونية ونظامية حسب معهد شيرلي وبحيث يمكننا أخذ النتيجة خلال ساعةٍ واحدة وبدرجة دقة ذات ارتيابٍ قدره وحدة واحدة فقط عن قيمة السيولة الحقيقية.

وتستخدم هذه بشكلٍ رئيس للحصول على نتيجةٍ سريعة في شروط العمل، كما تتميز بإمكانية تطبيقها مع مزائج السيليلوز من الخيوط الصنعية غير القابلة للانحلال بتحيّد قيمته قبل إدخال المحلول لجهاز قياس اللزوجة. ويتم التقييم بحسب الجدول ٧٧:

الجدول ٧٧

المادة	قطن			حرير	
	خام	مقبول التبييض	مخرب كيماويا	سيليلوزي خام	مقبول التبييض
السيولة	٢	٤ - ٦	٨ - ٤٠	٥ - ٧	٨ - ١٠

قيم سيولة بعض المواد عن : A Bleachers Handbook : Interox

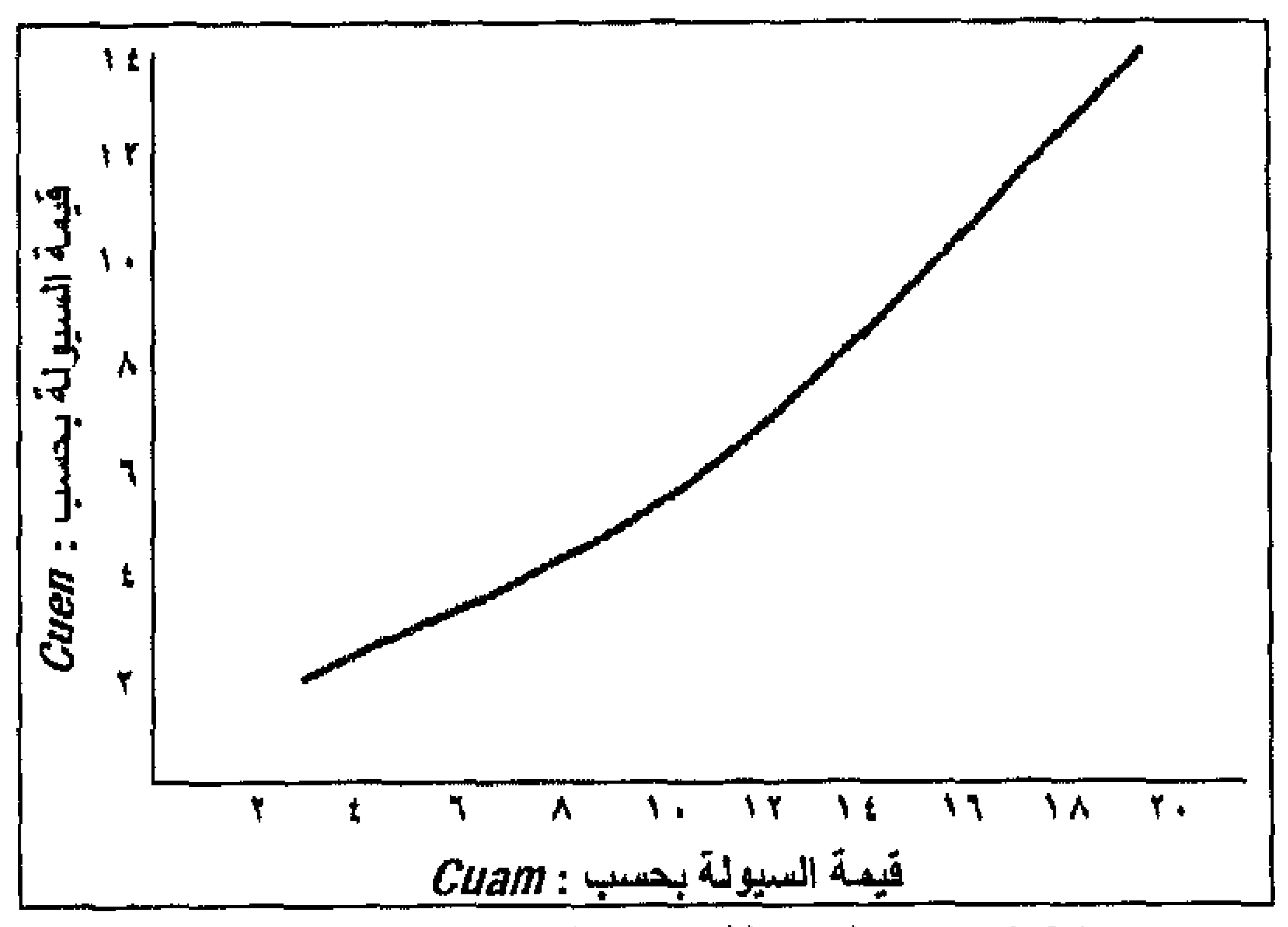
تقدير النتائج: تشترك قيمة اللزوجة التي تقدر بالبواز ويرمز لها بـِ F بين محلول ٠.٥% من القطن، أو محلول ٢% حرير سيليلوز مجدد في محلول نظامي لماءات النحاس النشادرية ، وتحسب من المعادلة:

$$F = C / t$$

وتكون قيمة C ثابتة في مقياس اللزوجة، ونقيس عادةً زمن السقوط من الأعلى للأسفل لعدسة معينة في أنبوب مقياس اللزوجة المدرج، ولزمن ٢٠٠ ثانية أو أقل يتم تعديل الطاقة الحركية K كما هو مبين على شهادة معايرة الجهاز. ونطابقها مع الجدول ٧٦.

٥-٣-٢- طريقة محلول ثنائي الأمين ايتيلين النحاسي Cuen: دونت هذه

الطريقة في طرائق التجارب ٨٢ لـ AATCC، إذ أنه يمكننا حساب قيمة السيولة باستخدام جهاز قياس اللزوجة من طراز Ostwald – Fenske، كما يمكننا قياس درجة التخرب، وعلينا أن نلاحظ أن قيمة السيولة الناتجة عن طريقة مذيب Cuen تختلف عن تلك الناتجة عن مذيب Cuam ، كما هو واضح في الخط البياني للشكل ٢٦:



الشكل ٢٦ : علاقة قيمتي السيولة بين طريقتي المذيبين Cuen و Cuam

٥-٤- درجة البلمرة: اعتمد الاتحاد الأوروبي درجة البلمرة D.P التي يتم الحصول عليها من اللزوجة حسب معادلة ستاودينغر Staudinger وبالتالي فإنه لم يأخذ بقيمة السيولة التي يمكننا الوصول لها عبر تجارب التخرب الكيماوي، وتأخذ درجة البلمرة D.P وبحسب نوع الألياف القيم الواردة في الجدول ٧٨:

الجدول ٧٨

قيم درجة البلمرة D.P لبعض الألياف عن : A Bleachers Handbook : Interox				
المادة	قطن ، كتان ، قنب	قطن جيد التبييض	سيليلوز مجدد	فيسكوز
درجة البلمرة D.P	٢٣٠٠ - ٣٠٠٠	١٨٠٠ - ٢٠٠٠	١٠٠ - ١٢٠٠	٢٥٠ - ٤٠٠

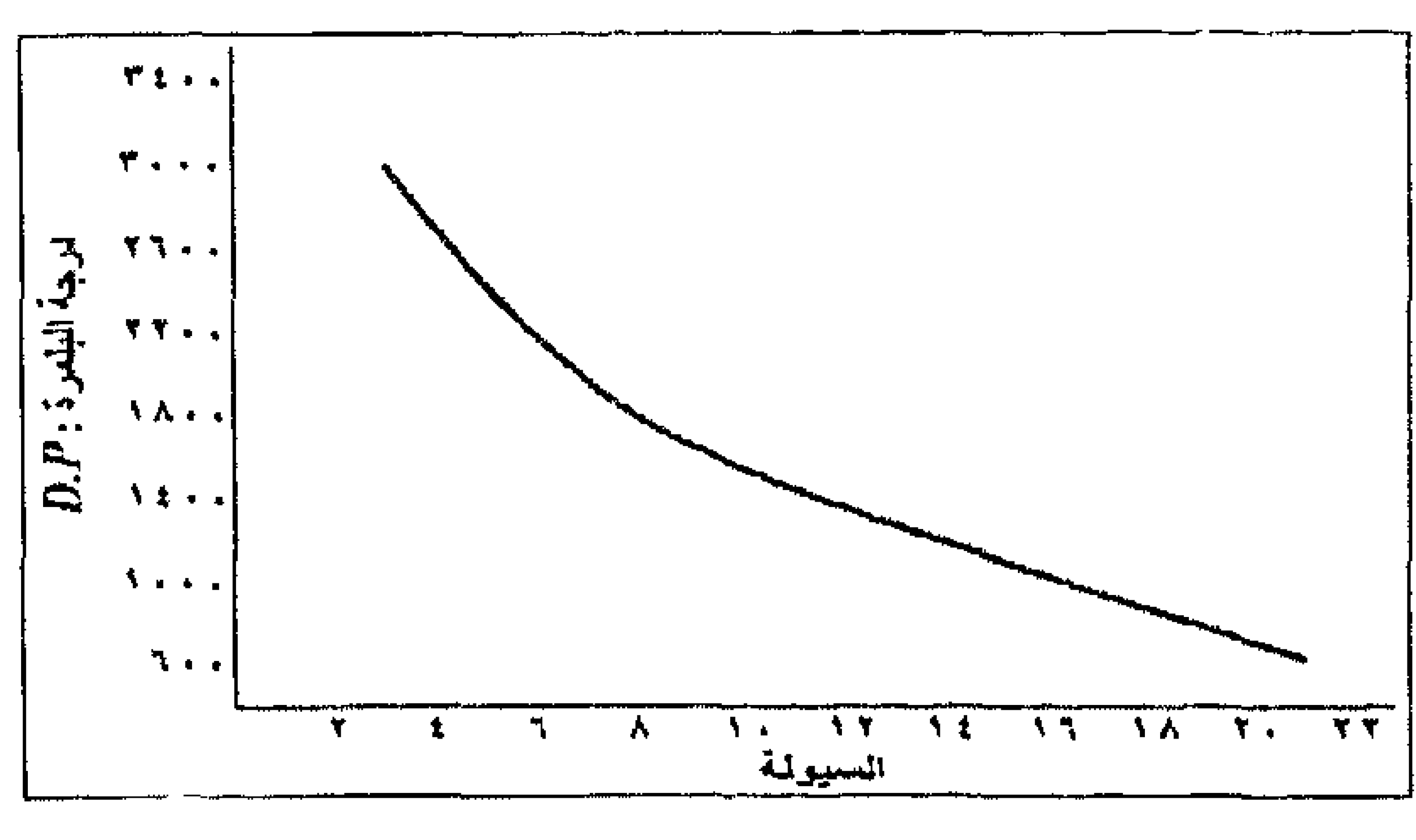
وترتبط درجة البلمرة مع قيمة السيولة للقطن بالمعادلة :

درجة البلمرة = ٢٠٣٢ { (لغ١٠ ٧٤.٣٥ + F) ÷ F } – ٥٧٥

$$D.P = 2032 \{ (\log_{10} 74.35 + F) \div F \} - 575$$

حيث F قيمة السيولة.

ونرى هذه العلاقة ممثلة بالخط البياني في الشكل ٢٧:



الشكل ٢٧: علاقة درجة البلمرة بالسيولة

٥-٥- عامل التخرب : يرتبط عامل التخرب S بدرجة البلمرة بالعلاقة :

$$S = Log_{10}\{(2000 \div Pt) - (2000 \div Pt_x) + 1\} \div Log_{10} 2$$

Pt: درجة البلمرة بعد المعالجة الكيماوية - Pt_x: درجة البلمرة قبل المعالجة الكيماوية

٢٠٠٠: القيمة المرجعية

ويمكننا توصيف عامل التخرب ضمن مجموعة قيم على الشكل المبين في الجدول ٧٩:

الجدول ٧٩

قيم التخرب S عن : A Bleachers Handbook : Interox					
قيمة عامل التخرب S	ممتاز	جيد	مقبول	تخرب بسيط	تخرب عالي
التقييم	٠.٠١ — ٠.٢	٠.٢١ — ٠.٣	٠.٣ — ٠.٥	٠.٥ — ٠.٧٥	٠.٧٦

٦- **تحليل البقايا اللاسيليلوزية:** كثيراً ما يكون من الضروري إجراء بعض الاختبارات المعبرة عن محتوى القطن من المواد المرافقة ذات الأثر الضار على العمليات أو الاستخدامات التالية كما هو الحال مع القطن الطبي مثلاً، لذا فإننا سنعرض هنا لبعض الاختبارات:

٦-١- محتوى الرماد: اعتُمِدَت عملية ترميد أو تكليس الغزول أو الأقمشة لتحديد البقايا من الأملاح أو الأكاسيد اللاعضوية، لذا لا يمكننا اعتمادها كطريقة اختبار كيفي أو كمي كونها تعطي مجموع الرماد كمزيجٍ من السيليكات والكلس و... ويتم تطبيقها عادةً بأخذ عينة بوزن ٥ غرام تقريباً وتجفيفها حتى ثبات وزنها، ما يضطرنا لتقسيمها لأجزاء صغيرة أحياناً لتسهيل العملية وخفض زمنها، ومن ثم وضعها في بوتقة ورفع درجة

حرارتها ببطء حتى تتحول إلى بقايا بنية اللون وبحيث يمكننا التأكد من زوال جميع مكوناتها العضوية عبر متابعة عملية الترميد في فرنٍ خاص.

نبرد البوتقة ونعيد وزنها من جديد، ونحسب وزن البقايا على أساس النسبة المئوية للوزن الأصلي للعينة بعد تجفيفها طبعاً، وتكون النسبة النموذجية للقطن الخام عادةً بحدود ٠.٥ – ١%، وتنخفض إلى ٠.٢ – ٠.٥% بعد الغلي والتبييض، علماً بأنه لا يمكننا الوصول للقيم الدنيا إلا من خلال عمليات الغلي أو الغلي مع التبييض، وانتشرت في الآونة الأخيرة الطرق الآلية التي تعتمد على مطيافية الامتصاص الذري لدقتها ونوعيتها العاليتين.

٦-٢- الاختبارات النوعية للسيليكات في الألياف: نُرَمِد ٥ – ١٠ غرام من العينة المراد اختبارها في بوتقة بلاتينية ونبرد، ونضيف لها ٥ – ٦ أمثال وزنها من مزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم ١:١ ونسخن حتى الانصهار، نبرد الصهارة ونحلها بالماء ثم نضيف لها موليبدات الأمونيوم، بعدها نحمض بحمض الآزوت ٢٠% حتى ظهور رواسب بلورية صفراء أو صفراء فاقعة.

وفي حال احتمال احتواء العينة على الفوسفات، فإننا نلجأ لإذابة منتجات الترميد أولاً بحمض الآزوت ٢٠%، نرشح ونمزج رواسب عملية الترشيح بمزيج كربونات الصوديوم والبوتاسيوم بمعدل ٥ – ٦ أمثال وزنها ونتابع كما ورد أعلاه.

٦-٣- تعيين الكالسيوم في الألياف: نرمد ٥ – ١٠ غرام من العينة ونضيف منتجات الترميد إلى حمض كلور الماء ١٠% وكلورالأمونيوم وماءات الأمونيوم " الوزن النوعي ٠.٨٨ " إلى أن يصبح المحلول قلوياً، فإن ظهرت أية رواسب نرشح ثم نحمض الرشاحة النشادرية بحمض الخل، وأخيراً نضيف حمض الحماض لترسيب الكالسيوم على شكل حماضات ونرشح، نُعَرِض الرواسب للهب مصباح بنزن فإن تلون اللهب باللون الأحمر القرميدي كان ذلك دلالة وجود الكالسيوم.

وفي حال كان المطلوب تعيين الكالسيوم كمياً استوجب ذلك ترشيح حماضات الكالسيوم وغسلها بماء مقطر ومن ثم إضافتها لحمض الكبريت الساخن ٢٠% وأخيراً المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم ٠.١ نظامي والحساب على أساس:

١ مل محلول برمنغنات بوتاسيوم ٠.١ نظامي = ٢.٠٠٤ مغ كالسيوم

ملاحظة: قد تتداخل قساوة الماء وتلعب دوراً في انحراف القيم الحقيقية لمحتوى العينات من شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم، لذا فإنه من المهم أن نذكر بأن نتائج الاختبارات المطبقة على القطن الخام دلت على أن المحتوى يكون عادةً:

كالسيوم : ٠.٠٤٣ – ٠.١٥ % ، مغنيزيوم : ٠.٠٤٦ – ٠.١١ %

٦-٤- تعيين الحديد والنحاس في الألياف: يؤدي وجود بعض الشوارد في القطن الخام وبخاصةٍ شوارد الحديد والنحاس لتخريب عمليات التبييض بسبب دورها كوسيطٍ سام في تسريع تفكك الماء الأكسجيني " وهو ما يطلق عليه اسم التكسير الوساطي " وبالتالي تخريب القطن، لذا فإنه كثيراً ما يكون من الضرورة بمكان تحديد محتوى القطن منهما أولاً للعمل على إزالتهما أو إبطال مفعولهما قبل المباشرة بعمليات القصر.

٦-٤-١- التعيين الكمي للحديد:

أ – اختبار تيوسيانات البوتاسيوم: يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

محاليل اختبار تيوسيانات البوتاسيوم			
حمض الآزوت العياري	بيكبريتات البوتاسيوم العيارية	محلول تيوسيانات	ماء أكسجيني
٥ أو ١٠%	١٠ غ تيوسيانات في ٩٠ غ ماء	١٠% وزناً	٣٥% وزناً

نأخذ عينة صغيرة الوزن " ٠.٥ – ١ غرام " من الخامة ونضعها في زجاجة ساعة، ونضيف لها ١ – ٢ قطرة من حمض الآزوت ٥%، ونتركها مدة ٢ – ٣ دقائق لتتحول أكاسيد الحديد لشوارد حديد، نضيف لها محلول التيوسيانات ١٠%، فإن لم يظهر أي تلون في المحلول بعد إضافة التيوسيانات كان ذلك دلالة وجود الحديد بتراكيز ضعيفة، واللون الأحمر

لتراكيزٍ عالية، وفي حال حدوث أخطاء أو كانت العينة مصبوغة نلجأ للترميد أولاً في بوتقة على مصباح بنزن أو في فرن مناسب، لنذيب منتجات الترميد بحمض الآزوت ١٠% بعد تبريدها، فإن لم تذوب بحمض الآزوت فإننا نضيف ما يقارب ١ غرام بيكبريتات البوتاسيوم في مرحلة التبريد ونعيد عملية تسخين البوتقة حتى الدرجة الحمراء، ومن ثم وبعد تبريد منتج الترميد يضاف لِـ ١٠ ــ ١٥ مل من الماء المقطر حتى تمام الانحلال، نعود ونسخن مع إضافة قطرة واحدة من الماء الأكسجيني ٣٥%، وقطرة من تيوسيانات البوتاسيوم، فإن ظهر لون وردي أو أحمر كان دلالة وجود شوارد الحديد.

<u>ب- اختبار فروسيانيد البوتاسيوم:</u> نأخذ عينة من الألياف في زجاجة ساعة، ونضيف لها بعضاً من حمض كلور الماء ١٠%، نتبعها ببعضٍ من محلول فروسيانيد البوتاسيوم ١% المحضر طازجاً، فإن ظهر تلوّن بالأزرق الغامق دلَّ على وجود شوارد الحديد.

<u>٦-٤-٢- التعيين الكمي للنحاس:</u> يتم الكشف عن النحاس في عينة مُرَمَدِة، لأن تفاعلات شاردة النحاس ليست بتلك الحساسية التي تتمتع بها شوارد الحديد، وبخاصة عندما تكون كمياتها النحاس صغيرة جداً ولا تحتمل الأخطاء.

<u>أ- اختبار رباعي أمين النحاس:</u> نضيف لمنتج الترميد ٥ ــ ٤ قطرات حمض آزوت ١٠% أو حمض كلور الماء أو بالصهر مع بيكبريتات البوتاسيوم كما ورد في اختبار الحديد، ثم نضيف محلول النشادر الممدد (١ ماء / ١ ماءات أمونيوم مركزة) حتى يصير المحلول قلوياً، ظهور اللون الأزرق يدل على النحاس.

<u>ب- اختبار كربامات النحاس:</u> يتم أولاً تحضير الكواشف التالية:

الكواشف اللازمة لاختبار كربامات النحاس " كربامات النحاس: $CuO - CO - NH_2$ "				
ماءات النشادر ٣٥% ١ ماء/١ ماءات النشادر العيارية	محلول ثنائي ايتيل تيوكربامات الصوديوم ٠.١% عياري	بيكبريتات البوتاسيوم العيارية	حمض الليمون ١٠% عياري	حمض كلور الماء ٢٠% ٨٠٠ غ حمض كلور الماء ٢٥% مع ٢٠٠ غ ماء

نذيب منتج الترميد كما هو الحال في تجربة الحديد، ثم نعدل بمحلول مـاءات النشـادر ونضـبط درجــة الحموضـة عنـد pH:6 بإضافــة حمـض الليمـون ١٠% وباستخدام ٥ قطرات لكل ميلي ليتر من محلول الاختبار، ثم نضيف محلول مـاءات الأمونيوم الممدد (١:١) حتـى يصير الوسط قلوياً من جديد، نتبعها بإضافة قطرة من ايتيل ثنـائي كرباملت الصوديوم ٠.١ % فإن ظهر لون أصفر كان ذلك دلالة وجود شوارد النحاس.

٧- اختبار وتعيين مواد التنشية: يمكننا باختبارات بسيطة وسريعة معرفة ما إذا كانت هناك بقايا مواد تنشية على القطن المعالج أو المبييض بالمقارنة مع القطن الخام، وأكثر مواد التنشية انتشاراً: النشاء Starch، بولي ڤينيل أسيتات Poly Vinyl acetate، بولي ڤينيل الغول Poly Vinyl alcohol، كربوكسي ميتيل سيليلوز CMC، لذا فإننا سنعرض سريعاً للكشف عن كل منهم على حدا:

٧-١- الكشـف عـن النشـاء: تعـالج العينــة مـع قطـرةٍ مـن يـود البوتاسـيوم ١٠٠%، فيظهر لون البقعة أزرقاً مائل للسواد على المنتجات الخـام، ويميل لونه للأزرق الفاتح/أخضر عند المعالجة لإزالة التنشية.

٧-٢- الكشف عن البولي ڤينيل أسيتات PVAc: تعطي العينـة عنـد معالجتها بمحلـول اليـود لونـاً بنيـاً محمـراً غامقـاً، تـزداد شـدته بتطبيـق عمليـة غسـيل ساخن.

٧-٣- الكشـف عـن البـولي ڤينيل الغول PVAl: تعطـي العينـة عنـد معالجتها بمحلـول اليـود لونـاً أزرقـاً فاتحـاً /أخضـر إلـى أزرق داكـن لا يلبـث أن يعـود للفاتح المخضر إذا ما تمت عملية إزالة تنشية وتبييض، وبالمعالجة بمحلول اليود/ بوراكس $Na_2B_4O_7.10H_2O$ الذي يُحَضَر بإضـافة ٠.٥ مـل حمـض كلـور مـاء مركـز مـع ٠.٥ غـرام بـوراكس لمحلـول يـود البوتاسـيوم / يـود، فسيظهر لون كامد عند احتوائها نشـاء أو بـولي ڤينيل الغـول أو مـزيجٍ منهمـا، وفي هذه الحالة تساعدنا الطريقة التالية:

نعالج العينة بماء حار عند الدرجة ٧٠°م، ثم يطبق الاختبار على الخلاصة المائية بمحلول اليود/ بوراكس، فإن تلون المحلول أو الرواسب باللون الأزرق كان ذلك دلالة وجود بولي ڤينيل الغول، ومن ثم تعالج العينة من جديد بغليها مع حمض كلور الماء الممدد " لإزالة النشاء كاملاً " ونعيد عملية التبقيع باليود/ بوراكس، فإن ظهرت بقعاً زرقاء كان ذلك دلالة وجود بولي ڤينيل الغول.

٧-٤- الكشف عن الكربوكسي ميتيل سيليلوز CMC: يمكن للكربوكسي ميتيل سيليلوز أن يعطي اختباراً إيجابياً مع ٧،٢- ثنائي هيدروكسي النفتالين، وتكمن الصعوبة في عملية الاستخلاص، والطريقة الأقل إيجابية تقوم على التبقيع بأزرق الميتيلين وعلى الشكل التالي:

نحضر محلول الاختبار الحاوي ٠.٥ غرام أزرق الميتيلين 2B 100 في ٤ مل ماء مع ١ مل حمض خل ثلجي ونمدد حتى ١٠٠ مل بالميتانول، نرشح قبل الاستخدام ثم نغمر العينة في المحلول لمدة ٢٠ ثانية بدرجة حرارة الغرفة، نشطف بـ ٥٠٠ مل ماء مقطر لمدة ٣٠ ثانية ونجفف بين ورقتي ترشيح، ونعيد التجربة باستخدام التولوين كمذيب استخلاص.

تدل البقع الزرقاء البنفسجية على العينة الأولى إلى وجود كربوكسي ميتيل سيليلوز أو مواد تنشية من نمط بولي الأكريلات الذي ينحل في التولوين.

٨- **الاختبار الكمي لتعيين مجموع المواد النشوية:** يعتمد مبدأ الاختبار على عمليات استخلاص متعاقبة:

- المواصفات البريطانية، الكتاب ١١: مذيب ثم أنزيم.
- اختبارات الجمعية الأمريكية، الطريقة ٩٧: الماء، أنزيم مع مذيب.
- المواصفات الألمانية DIN 54285: مذيب، الماء مع الأنزيم.

والطريقة الناجعة لإزالة المواد النشوية هي:

- ماء: ٢٠ دقيقة عند درجة حرارة ٦٠°م بنسبة حمام ١ /٤٠

- مذيبات: ثلاث ساعات على جهاز سوكسوليه للاستخلاص بايتر الكلوروفورم أو ايتر البترول عند درجة حرارة ٦٠ – ٨٠°م.
- الأنزيم: ٥ غ/ل أنزيم لمدة ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٦٥°م بنسبة حمام ١/٤٠

٩- الاختبار الكمي لتحديد محتوى المواد الدسمة والشموع: تذوب المواد الدسمة والشموع في المذيبات العضوية ويتم استخلاصها بجهاز سوكسوليه الذي يمكننا من القياس الكمي لها، ويتم تطبيق الاختبار على الشكل:

يُهيىء جهاز سوكسوليه ويوضع في أسفله دورق كروي وزنه س غرام، نأخذ عينة بوزن ١٠ غرام تقريباً ونجففها حتى ثبات الوزن عند الدرجة ١٠٠°م وليكن وزنها الجاف ع غرام، ندخل العينة إلى الجهاز وتعالج مع المذيب ثلاث ساعات " الكلوروفورم للسيليلوز، وايتر البترول لمزائج البولي استر"، وأخيراً يُبَخَّر المذيب ويعاد وزن الدورق من جديد وليكن ص غرام فيكون:

النسبة المئوية للدسم والشموع = [(س – ص) / ع] × ١٠٠%

وقد ورد شرح مختلف هذه الطرق في تجارب النظام ٩٧ للجمعية الأمريكية AATCC والنظام الألماني DIN 54278

الباب الخامس

صباغة الألياف الطبيعية

١. صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة.
٢. صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة.
٣. صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض.
٤. صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة النفتول " الآزو ".
٥. صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية.
٦. صباغة الحرير.

البحث الأول

صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة

١- المقدمة: لعل صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة المباشرة واحدة من أبسط وأيسر عمليات الصباغة كونها تتميز بـِ:

- بساطة تطبيق وبناء الحمام الصباغي.
- سهولة عمليات إعادة التسوية عند الاضطرار.
- عدم احتياجها لدرجات حرارة أعلى من تلك التي نحققها تحت الضغط الجوي العادي.

٢- تصنيف الأصبغة المباشرة: صنفت الشركات الصانعة للأصبغة المباشرة منتجاتها من الأصبغة في صفوف تسوية ثلاث " A, B, C" بحسب قدرة الصباغ الذاتية على التسوية والتي تتعلق بقدرة الصباغ على الهجرة وإعادة الهجرة ذاتياً، إذ تساعد قدرة الصباغ الذاتية على إعادة الهجرة " أي من الألياف إلى ماء الحمام " على رفع معدلات درجة تجانس توزيع الأصبغة على كامل السطح في كل نقاط الخامة.

وترتبط هذه الميزة بنيوياً بعدد ونوع الزمر الداخلة في تركيب الصباغ والتي تساعد على رفع شراهية الجزيء الصباغي نحو الماء، كأن تكون زمرة سلفون أو زمرتين، أم زمرة كربوكسيلية، فازدياد فعالية وعدد هذه الزمر يرفع عادةً من شراهية الصباغ نحو الطور المائي مساعداً على الهجرة المعاكسة ورافعاً درجة التسوية، وخافضاً في الوقت نفسه من الثباتية للغسيل والبلل، علاوة عن أن التباين في عدد ونوعية هذه الزمر المساعدة على الانحلال يلعب دوراً مهماً في انحراف طول الموجة الممتصة بحيث أنه قد يرفع أو يخفض من درجة سطوع اللون وزهوه.

٣- بناء الحمام الصباغي: بعد الانتهاء من مراحل التجهيز الأولية نبدأ عملية الصباغة وفق:

٣-١- إضافة الماء الطري: يستوجب البناء الصحيح للحمام الصباغي ضبط

كمية ماء الحمام بما يضمن تدويراً سهلاً لحبل القماش بحسب طبيعة القماش وطراز وتصميم آلة الصباغة كأن تكون نسبة الحمام ٥/١ ، ١٠/١ ...، ويتوجب علينا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة ما يلزم من عوامل التحلية استدراكاً لتشكل رواسب كلسية أو معدنية أخرى " تبعاً لتركيب الماء الخام " على سطح القماش بما يؤدي لتراجع قدرة القماش على امتصاص الأصبغة وبالتالي لِـ:

- انحراف اتجاه اللون.
- تراجع درجات التسوية والثباتيات جميعها وبخاصة على البلل والاحتكاك.

٣-٢- إضافة العوامل المساعدة: يستوجب التحضير الصحيح للحمام الصباغي إضافة بعض العوامل مثل:

- العوامل المبللة: والتي تساهم في رفع معدلات اختراق الصباغ لعمق الألياف.
- العوامل المبعثرة: والتي تمنع من تجمع الأصبغة بسبب المفعول الغروي لشوارد الصباغ السالبة الشحنة.
- عوامل التسوية: والتي تلعب دوراً مهماً في رفع معدلات الهجرة وإعادة الهجرة واستحلاب بواقي عمليات التحضير الأولية، وغالباً ما تستخدم كعوامل تسوية فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة وزمرة السلفونات العطرية اللتان تمتلكان من القدرة على البعثرة ما يغنينا عن إضافة العامل المبعثر.

٣-٣- إذابة وإضافة الصباغ: تبين الشركات المنتجة للأصبغة مقدار ما ينحل منها في ليتر ماء، وعليه فإننا نعجن أولاً الصباغ بشيءٍ من الماء الدافئ لنتبعها بباقي كمية الماء مع التحريك الجيد، وقد تستلزم الإذابة الصحيحة بعضاً من عوامل البعثرة والتسوية أو اليوريا وأحياناً الصودا آش، ومن ثم نصفي المحلول ونبدأ بإضافته للحمام الصباغي ببطء واحتراس، ويستحسن أن تتم الإضافة من خلال مضخة حوض التغذية الخاص بآلة الصباغة عند توفره.

٣-٤- إضافة الملح: يضاف الملح عادةً لرفع معدلات هجرة الصباغ التي يمانعها مفعول زيتا، والعادة أن يكون الملح كبريتات أو كلور الصوديوم " ملح

غلوبر أو ملح الطعام " النقيين، ويرتبط توقيت إضافة الملح بتصنيف الصباغ المستخدم بحسب الجدول ٨٠:

الجدول ٨٠: إضافة الملح لحمام الأصبغة المباشرة

تصنيف الأصبغة المباشرة بحسب تسويتها			
تصنيف الصباغ	الهجرة أو الانتشار	التسوية	توقيت إضافة الملح
A	عالي	عالية	على البارد
B	متوسط	متوسطة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان
C	منخفض	منخفضة	عند الوصول لدرجة حرارة الغليان وعلى دفعات

٣-٥- إضافة كربونات الصوديوم: تستلزم بعض الأصبغة المباشرة وسطاً قلوياً لطيفاً بحدود ٢ غ/ل كربونات الصوديوم تِبْعاً لدرجات عمق اللون من وسطٍ لغامق.

٣-٦- رفع الحرارة: بعد إضافة مواد بناء الحمام الصباغي ندور لمدة ٥- ١٠ دقائق على البارد لضمان أعلى درجة توزع لمواد الحمام والجزيئات الصباغية ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل يرتبط بـِ:

١. نسبة الحمام وطراز الآلة: ونش، أوڤرفلو، جت ... ومعدلات غزارة المياه فيها وسرعة دوران حبل القماش.
٢. درجة تسوية الأصبغة ونسبتها أو وزنها.

ونستمر عند درجة حرارة الغليان " زمن التخمير" بما يتلائم مع نسبة الأصبغة بحيث نحقق أعلى درجة اختراق للأصبغة في عمق الألياف ضمانةً للوصولِ لأعلى درجتي تسوية وثباتيات، إذ يؤدي امتصاص الأصبغة على السطح فقط لتراجع جميع هذه الثباتيات مثل الثباتية على النور والاحتكاك و..

٣-٧- التبريد: تتراوح درجة الحرارة اللازمة لتحقيق درجة الامتصاص العظمى للأصبغة المباشرة ما بين ٧٠- ٨٠°م حسب الصباغ وطبيعة الزمر المرتبطة به ومواد الإنهاء الداخلة في تحضير مسحوقه، وهكذا فإن عينة اللون يجب ألا نعتمدها إلا عند درجات الحرارة التي يتم عندها إنهاء الحمام.

وينصح الكثيرون بتبديل ماء الحمام الصباغي دون إيقاف القماش عن الدوران منعاً لإعادة توضع بقايا الصباغ ومواد الحمام على سطح القماش

مسببةً بعض مظاهر التلطيخ والتبقيع بضخ الماء البارد من أسفل الحمام والتصريف من الأعلى " شطف جاري ".

٤ـ إعادة التسوية: تتم عمليات إعادة التسوية عادةً بإعادة عملية الغلي بوجود كميات أعلى من عامل التسوية والتي غالباً ما تكون من نمط ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، وتستمر عملية الغلي حتى تزول مظاهر اللا تسوية بالعين المجردة، وإن أمكن إجراء إعادة التسوية عند درجة حرارة ١١٠°م في الآلات المضغوطة نضمن نتيجة أفضل.

٥ـ ثباتية الأصبغة المباشرة لدرجات الحرارة العالية في مرحلة الصباغة:

نضطر أحياناً لرفع درجة حرارة الألياف السيليلوزية الممزوجة مع البولي استر حتى ١٣٠°م، ويستحسن في هذه الحالة تطبيق حمامي صباغة البولي استر والألياف السيليلوزية في نفس الوقت، وهنا نواجه مشكلة مدى مقاومة الأصبغة المباشرة لشروط الحمام القاسية، لذا فإنها قد تتعرض لتخرب كامل أو جزئي حسب:

١. درجة الحموضة ونوعية الحمض المستخدم: خل، نمل ...
٢. زمن البقاء عند درجة الحرارة ١٣٠°م.
٣. التفاعلات المحتملة مع مواد بناء حمام البولي استر بشروط درجات الحرارة العالية.

وما يزيد من تعقيد هذه المشكلة توليف اللون من عدة أصبغة، فالتباين في نسب ما يتخرب من كل مكون لها بشكلٍ فردي يؤدي لعدم التناسخ المرة تلو الأخرى بحسب الشروط المطبقة، وهذا ما يتوجب التحقق منه مخبرياً قبل العمل، واختيار الأصبغة التي يمكنها احتمال شروط الحرارة العالية والضغط إن كانت تحقق المواصفات والثباتيات المطلوبة.

وننوه هنا لعدم جواز رفع درجة حرارة الحمام حتى ١٣٠°م في حال احتواء الحمام على ملح كلوريد الصوديوم الذي يتخرب بشروط الحرارة والضغط مطلقاً الكلور " بحسب بعض التفاسير" الذي يخرب في هذه الشروط الأصبغة والمواد المساعدة ويتسبب في نخر سطح معدن آلة الصباغ.

٦- رفع ثباتية الأصبغة المباشرة على البلل: تعاني الألياف السيليلوزية المصبوغة بالأصبغة المباشرة من ضعفٍ عام في الثباتيات عامةً، وتعمل الشركات على رفع ثباتيتها على الغسيل من خلال معالجتها بمثبتات خاصة تستطيع تشكيل طبقة أو فيلم يحميها من الإجهادات المباشرة لعملية التبلل بالماء والذي يتسبب بحدوث إعادة هجرة تستنزف الصباغ من القماش للماء.

وأهم ما يعيب هذه المعالجة تسببها بتراجع ثباتية الصباغ على النور ما يدعونا لأن نلجأ لدراسة الجدوى من هذه المعالجة بعدم تعميمها بالشكل المطلق، وتنتج شركة كلارينت " ساندوز " أنماط مثبتات ثلاث:

١. ثنائي ميتيلول ثنائي هيدروكسي ايتيلين يوريا DMDHEU
٢. يوريا فورم ألدهيد DMU
٣. ميلامين فورم ألدهيد MF

ويتم تطبيق المثبت عادةً برفع درجة حرارة حمام التثبيت حتى ٤٠°م وبدرجة حموضة pH:6 وبنسبة ١ـ ٤ % من وزن القماش بحسب فعالية المثبت وتركيز الصباغ، وهذا ما تحدده الشركات عادةً في نشرة استخدام المثبت، وقد منعت حالياً مجموعة المثبتات التي يدخل فيها الفورم ألدهيد لأسبابٍ بيئية، ونرى في الجدول ٨١ بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات:

الجدول ٨١

بعض مثبتات الأصبغة المباشرة لبعض الشركات " شاردية موجبة "

المثبت	الشركة	الفعالية	التركيب
بير فيكسان AMF	د.بتري	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة خالي من الفورم ألدهيد والمعادن الثقيلة	مركبات أمونيوم رابعية
ريوين AMF	CHT	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للقطن والألياف المجددة مع مفعول مطري	مركبات بولي أمونيوم
زيتسال SRF	Z&S	مثبت للأصبغة المباشرة والفعالة	مركبات أمونيوم رابعية
زيتسال DRN	Z&S	مثبت للأصبغة المباشرة	منتجات تكاثف فورم ألدهيد
سيبا فيكس DN 45	سيبا	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة للسيليلوز	محلول للبولي ايتيلين مع بولي أمين
هيدروكول ONE New	رودولف	مثبت للأصبغة الفعالة والمباشرة مع خواص تطرية	بولي أمونيوم مع كوبوليمير بولي سيلوكسان

٧ ـ **تطبيق حمامي القصر والصباغة في حمام واحد:** تتحمل بعض الأصبغة المباشرة عمليات القصر المطبقة عادة لتجهيز الألياف السيليلوزية لصباغتها، أي ضمن تراكيز الماء الأكسجيني والقلوي المعمول بها عادةً.

فتوصف شركة كرومبتون آند كنوولس تيرتر البلجيكية CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A. تطبيق الحمام المشترك على آلة الونش وبنسبة حمام ٢٠/١ على الشكل:

نبدأ بإدخال القماش عند الدرجة ٢٠ ـ ٤٠°م إلى الحمام الحاوي على العامل المبلل وندور لمدة ١٠ دقائق حتى يتبلل كامل القماش بصورةٍ متجانسة ثم نضيف:

بناء حمام الصباغة والقصر المشترك بحسب CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A.			
صباغ	١-٣ مل/ل ماءات الصوديوم	ماء أكسجيني ٣٥%	سيليكات الصوديوم ٣٥ بوميه
ما يلزم %	٣٦ بوميه أو ٥ غ/ل صودا آش	٢ مل/ل	٠.٥-٢ مل/ل

وبعد ١٠ ـ ٢٠ دقيقة نضيف ما يلزم من ملح غلوبر نرفع بعدها درجة الحرارة حتى ٨٠°م ونستمر عندها ٢٠ دقيقة ثم نرفع الحرارة حتى الغليان ونضيف ملح غلوبر بنسبة ٢ ـ ١٠ غ/ل ونستمر عندها لمدة ٣٠ دقيقة لنبرد خلال ١٥ ـ ٣٠ دقيقة وننهي الحمام بعد ذلك بتطبيق عمليات الشطف والتعديل من آثار القلوي.

٨ ـ **دراسة تحليلية لأصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي:** بتصنيف المعطيات والميزات الواردة من كتالوك الشركة ٨٢ كان الجدول ٨٣ :

الجدول ٨٢

تطبيق أصبغة شركة: CROMPTON & KNOWLES TERTRE S.A TERTRODIRECT & TERTRODIRECT LIGHTE & SUPERLITEFAST										
زمرة الصباغ التجارية	اللون		رقم الفهرس C.I	التسوية	التصنيف	التأثر بقساوة الماء	صباغة القطن الميت	صباغة الفيسكوز المقلم	احتمال الحرارة العالية	الصباغة مع القصر
ترترو ديركت	سكارلت	4BS	R.23	3	C	+	=	-	±	=
	أزرق	FF New	B.15	4	B	+	=	=	-	±
	فيسكوز أسود	GTN 150%		2	C	+	-	+	-	-
	أسود	RA 300%		3-4	B	=	+	+	-	-

	أسود	GVSN Conc110%		3	B	=	+	+	-	-
		GVS Conc		3	C	+	-	++	-	-
		VSF 600%	Bk.22	3	C	+	+	++	-	-
ترترو ديركت ضاوي	أصفر	8G 200%	Y.27	5	A	+	--	++	+	-
		5G 200%	Y.44	5	A	--	+	++	-	--
		R 300%	Y.28	3-4	C	+	-	++	+	--
		RL	Y.50	3	B	+	+	+	+	--
		5R 120%		4	A	+	+	++	-	--
	برتقالي	7GL New Conc		3	B	-	+	+	+	--
		GGL 140%	0.46	3	B	+	+	+	+	--
	سكارلت	BNL 200%	R.89	2-3	B	+	+	-	±	--
	أحمر	F3B 230%	R.80	3	B	+	--	-	-	--
		5B 200%	R.81	5	A	+	--	+	-	+
		6B 200%	R.79	3	B	--	--	+	-	-
	خمري	BL 150%	R.99	3	B	-	--	-	-	-
	بنفسجي	5B 250%	V.66	3	B	+	--	-	-	-
	أزرق	R 220%		3	B	+	--	--	+	--
		3BR 200%	B.222	3	B	+	-	+	±	-
		B2R 30%		3	B	+	-	+	±	-
	أزرق تركواز	GL 250%	B.86	5	B	+	-	+	+	--
	أخضر	SBL 267%	B.26	3	B	--	+	-	+	-
	رمادي	4GL 200%	Bk.62	2-3	B	+	+	--	-	-
سوبر ضاوي ثابت	أصفر	EFC 200%	Y.106	3	B	+	+	+	+	--
	برتقالي	LLLWF 200%	0.105:1	2-3	B	-	+	+	+	--
	خمري	WLKS 200%		3	C	-	+	-	±	-
	أزرق	RLE 200%	B.80	4	B	-	--	+	+	-
	أزرق ضاوي	3GLST	B.218	4-5	B	--	--	--	-	-
	رمادي	GLL 200%	Bk.112	3	B	+	--	-	±	-
	رمادي	LVL 150%	Bk.175	3-4	B	/	--	--	+	-

الجدول ٨٣

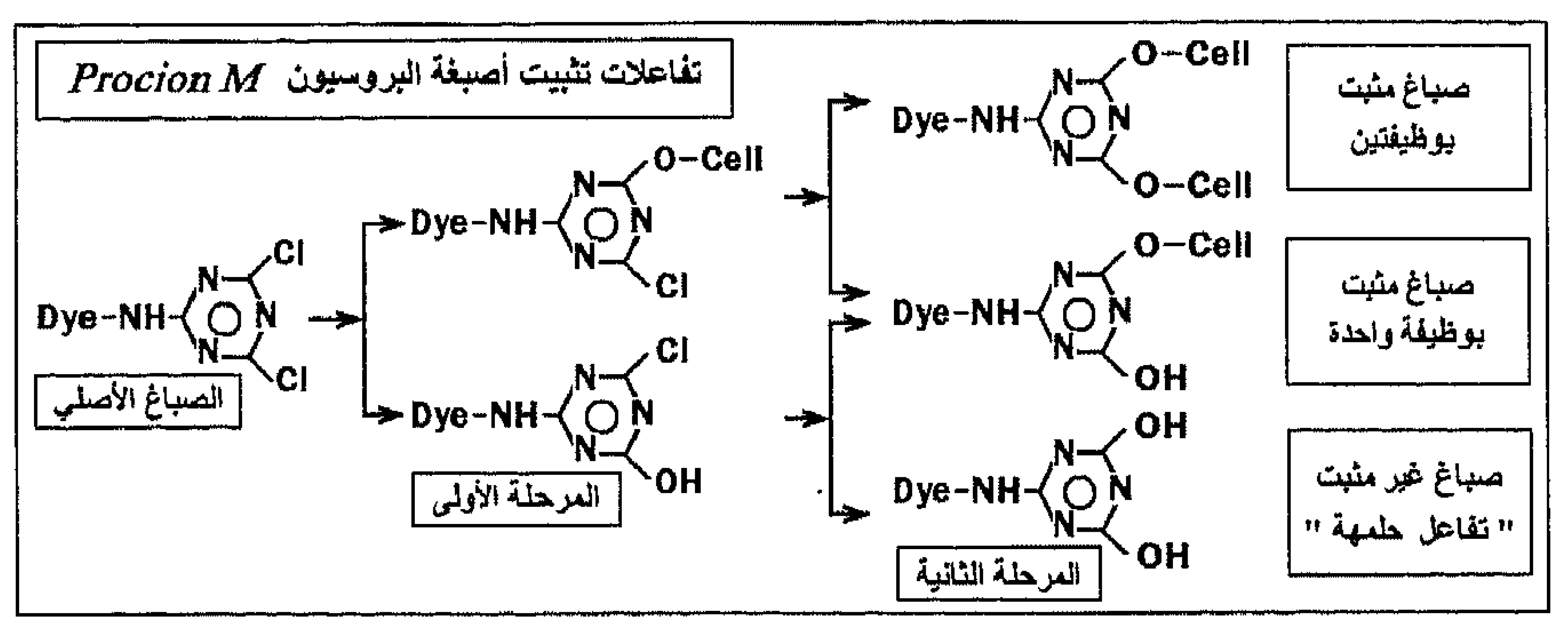
دراسة تحليلية أصبغة شركة كرومبتون كمثال تطبيقي					
الخاصة	التصنيف				النتيجة
التصنيف	A	B	C		معظمها يستوجب
	١٣ %	٧٠ %	١٧ %		إضافة الملح على الغلي
التأثر	لا تتأثر	تتأثر	تتأثر بشدة		معالجة القساوة باستخدام
بالقساوة	٦٦ %	١٧ %	١٧ %		ماء طري أو عوامل تحلية
صباغة	جيدة جداً	جيدة	سيئة		التأكد من سلامة وجودة
القطن الميت	٤٣ %	١٧ %	٤٠ %		القطن قبل الصباغة
مقاومة	مقاومة عالية	مقاومة	غير مقاومة		اختبار الأصبغة وانتقاء
الحرارة العالية	٤٠ %	١٧ %	٤٣ %		المناسب منها فقط
صباغة	جيدة جداً	جيدة	سيئة	سيئة جداً	اختيار أصبغة معينة في
الفيسكوز المقلم	١٦.٥ %	٤٠ %	٢٧ %	١٦.٥ %	أحوال الفيسكوز المقلم

البحث الثاني

صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة

١ـ **مقدمة:** يعتبر راتي وستيفن من شركة ICI الانكليزية أول من اكتشفا الأصبغة الفعالة كيماوياً عام ١٩٤٥ بإيجادهما زمرة من الأصبغة تحوي مجموعة ثنائي كلور التريازين التي يمكنها أن تتفاعل مع هيدروكسيل السيليلوز في وسط قلوي وبشروط تشغيل معتدلة ما أدى لظهور أصبغة البروسيون PROCION التي ترتبط بروابط الإيمين – NH – مع مجموعات ثنائي كلور التريازين.

وتتميز مجموعة الأصبغة الفعالة كيماوياً بثباتياتها العالية تجاه الضوء والغسيل و..، ومن أهم مساوئ أصبغة البروسيون التفاوت في فاعلية ذرتي الكلور، فالأولى ذات فعالية عالية تمكنها من الارتباط السهل بالهيدروكسيل السيليلوزي، في حين تتعرض الثانية لانخفاض فعاليتها لاحتمال تفاعلها مع الماء ولنحصل على خمسة منتجات تفاعل فيما بين الصباغ والسيليلوز والماء وعلى الشكل ٢٨:

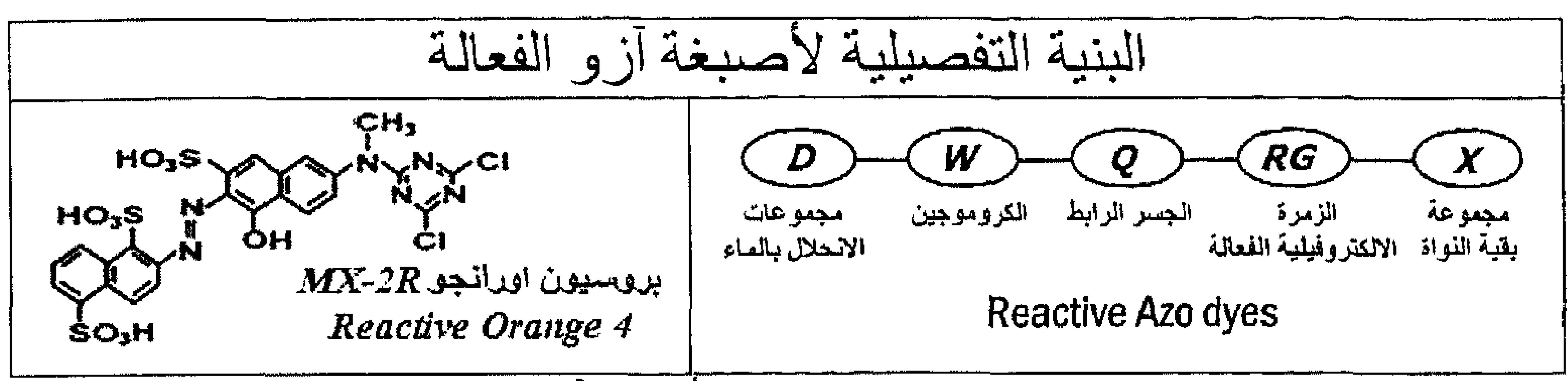


الشكل ٢٨: احتمالات منتجات تفاعل الصباغ الفعال ثنائي الوظيفة مع السيليلوز والماء

وتعرف هذه المجموعة باسم البروسيون M التي تتميز بفاعليتها العالية جداً بما يؤهلها لدرجة حرارة تطبيق ٤٠°م، ولكن ولما كانت سترافقها عمليات حلمهة في هذه الشروط فقد سعى علماء الشركة لتطوير هذه المجموعة بالبحث عن بديل ذي شروط تطبيق أصعب بحيث يمكننا السيطرة على

تفاعلاتها بصورةٍ أكبر، وفعلاً أمكن للشركة عام١٩٥٧ إيجاد مجموعة أخرى هي مجموعة أصبغة البروسيون H التي تعتمد على أحادي كلور الترياِزينيل وتحتاج لوسط أكثر قلوية ودرجة حرارة ٦٠°م على الأقل ما يخفض من إمكانية حلمهتها بصورة ملحوظة جداً عما هو عليه الحال بمجموعة البروسيون M.

٢ـ **تصنيف الأصبغة الفعالة:** يمكننا تعريف الأصبغة الفعالة على أنها مركبات ملونة تحوي زمرة أو زمرتين قادرتين على تشكيل روابط فيما بين ذرة الكربون لشاردة أو جزيئة الصباغ وبين ذرة الأكسجين في مجموعة هيدروكسيل القطن، ويبين الشكل ٢٩ تفصيلاً لبنية الصباغ.



الشكل ٢٩: البنية التفصيلية لأصبغة آزو الفعالة

ومن أهم المجموعات الالكتروفيلية النشطة للأصبغة الفعالة نجد مجموعات التفاعل بـِ:

الاستبدال ، الضم ، الروابط العرضية

٢-١- مجموعة التفاعل بالاستبدال: وتتكون من خمسة أنواع:

٢-١-١- مجموعة الترياِزينيل ومشتقاتها: وهي التي مرت معنا آنفاً بنوعيها H&M، وتشتقُ عادةً من مجموعات الآزو والأنتراكينون والفتالوسيانين وعلى الشكل:

- الألوان الزرقاء الزاهية : مجموعة الأنتراكينون
- لون التركواز الزاهي : مجموعة الفتالوسيانين
- باقي الألوان : مجموعة الآزو

ويشذ عن هذا مجموعة الألوان الخضراء التي يتم اشتقاقها من جمع

الأنتراكينون مع الآزو أو الفتالوسيانين، كما تشذ ألوان البني الغامق والأسود والتي غالباً ما يتم اشتقاقها من مركبات ممعدنة معقدة.

تتميز مجموعة أحادي كلور التريازينيل عن مجموعة الثنائي بثباتها للخزن لمددٍ طويلة، إذ تتعرض مجموعة ثنائي كلور التريازينيل للتحلل بفعل الرطوبة مطلقةً غاز كلور الهيدروجين وبخاصة عند ارتفاع درجة الحموضة ولتصل لأعلى معدل لها عند pH:4-5، ويمكننا تحسين ثباتيتها للخزن بالمحافظة على شروط الخزن الجاف وإضافة بعض العوامل الموقية كخليط فوسفات البوتاسيوم أحادية وثنائية الهيدروجين.

٢-١-٢- مجموعة ثلاثي كلور البريميدين: وكانت هذه المجموعة حصيلة أبحاث لاستبدال حلقة التريازين بحلقة بديلة مهلجنة هي حلقة البريميدين، وقد ظهرت الأبحاث تحت الاسمين التجاريين: رآكتون لشركة سيبا، ودريمارين لشركة ساندوز، وبما أن هذه المجموعة أقل نشاطاً من مجموعة كلور التريازينيل فإنها تستلزم شروط تطبيق أصعب، لذا لم تلائم التطبيق على البارد فاستخدمت في مجال الصباغة والطباعة المستمرة على الساخن.

٢-١-٣- مجموعة ثنائي كلوركوينوأوكساليك: ظهرت هذه المجموعة تحت اسم ليفافيكس Levafix E لشركة باير، وتحوي مجموعة ثنائي كلور أوكساليك التي ترتبط بالكروموفورعن طريق مجموعة كربونيل، وتتميز عموماً بتوسط فعاليتها بين أحادي وثنائي كلور التريازينيل، ما يُمَكِنُنا من تطبيقها عند الدرجة ٤٠°م، إضافةً لثباتها تجاه الوسط القلوي.

٢-١-٤- مجموعة البريمازين: وتقوم مجموعة البريمازين التي أنتجتها شركة باسف على مجموعة ٤،٥- ثنائي كلور- ٦- بيريدازون والتي ترتبط بالكروموفورعبر مجموعة $- CH_2CH_2 - CO - NH -$

٢-١-٥- مجموعة ميتيل سلفون: ويتوضع الميتيل سلفون هنا على حلقة البريميدين التي ترتبط بالكروموفور الأساسي عبر جسر الإيمين -NH- كما هو الحال مع أصبغة الليفافيكس Levafix P لشركة باير.

الجدول ٨٤

بعض مجموعات مجموعة التفاعل بالاستبدال			
N Cl N Cl Cl	Dye-C(=O) N Cl N Cl	Dye-NH-CO-CH₂-CH₂-N Cl O Cl	Dye-NH- N SO_2CH_3 N Cl CH_3
حلقة ٢،٤،٥- ثلاثي كلور البريميدين	ثنائي كلور كوينو أوكساليك	٤،٥- ثنائي كلور-٦- بيريدازون مجموعة البريمازين	مجموعة ايتيل سلفون

٢-٢- مجموعة التفاعل بالضم: قدمت شركة هوكست بين عامي ٤٩- ١٩٥٠ عدة مجموعات فعّالة أمكن اعتمادها في العملية الصباغية ، وهي:

مجموعة التفاعل بالضم لشركة هوكست		
مجموعة ڤينيل سلفون	Vinyl sulphon	$Dey-SO_2-CH=CH_2$
مجموعة كلور ايتيل سلفون	Chlor ethyl sulphon	$Dey-SO_2-CH-CH-Cl$
مجموعة سلفاتو ايتيل سلفون	Sulphato ethyl sulphon	$Dey-SO_2-CH-CH-O-SO_3Na$

ثم طرحت شركة هوكست أصبغة الريمازول معتمدةً على مجموعة سلفو ايتيل سلفون التي تتفاعل مع هيدروكسيل السيليلوز على مرحلتين:

$$1)\ Dye-SO_2-CH-CH-O-SO_3Na + NaOH \rightarrow Dye-SO_2-CH=CH_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

$$2)\ Dye-SO_2-CH=CH_2 + Cell-O-H \rightarrow Dye-SO_2-CH_2-CH_2-O-Cell$$

وتحتاج أصبغة الريمازول لدرجة حرارة تثبيت فيما بين ٤٠-٦٠°م، وساعتين كاملتين لإنجاز عمليتي الامتزاز والتثبيت، في حين تحوي أصبغة ريمازول D مجموعة أمينو مستبدلة واقعة بين الصباغ وجذر كبريتات ايتيل سلفون، ولضعف ألفة هذه الأصبغة تجاه السيليلوز بشروط الصباغة العادية لوجود رابطة الميتيل إيمين فقد تم اعتمادها في مجال الطباعة :

$$\textit{Remazol D}: Dye-\underset{}{N}(CH_3)-SO_2-CH_2-CH_2-O-SO_3Na$$: D ريمازول

أما تفاعل أصبغة الليفافيكس الحاوية مجموعة سلفيتوايتيل أمين سلفونيل فيتم أيضاً على مرحلتين أيضاً ووفق المعادلات:

$$Dye-SO_2-NH-CH_2-CH_2-O-SO_3Na + NaOH \longrightarrow Dye-SO_2-N\langle^{CH_2}_{CH_2} + Na_2SO_4 + H_2O$$

$$\downarrow + Cell-O-H$$

$$\boxed{Dye-NH-CH_2-CH_2-O-Cell}$$

وأخيراً تتفاعل أصبغة البريمازين لشركة BASF مع السيليلوز في الوسط القلوي:

$$1)\ Dye\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OSO_3Na + NaOH \rightarrow Dye\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH{=}CH_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

$$2)\ Dye\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH{=}CH_2 + Cell\text{-}O\text{-}H \rightarrow Dye\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}Cell$$

٢-٣- مجموعة أصبغة الروابط العرضية: أنتجت شركة باسف عام ١٩٥٦ مجموعة أصبغة الباسازول التي تطبق على الألياف السيليلوزية بوجود عوامل مثبتة لتكوين روابط عرضية ، وتحوي هذه الأصبغة على إحدى المجموعات:

$$Alkyl,\ \text{-}NH\text{-},\ \text{-}NH_2,\ \text{-}SH,\ H_2N\text{-}SO_2\text{-},\ H_3C\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}$$

التي لا تستطيع التفاعل مع السيليلوز أو الماء أو المواد المساعدة، في حين تحوي العوامل المثبتة ذرتي كربون موجب الشحنة أو أكثر مثل : ١،٣،٥- هكسا هيدرو، ٥- تريازين:

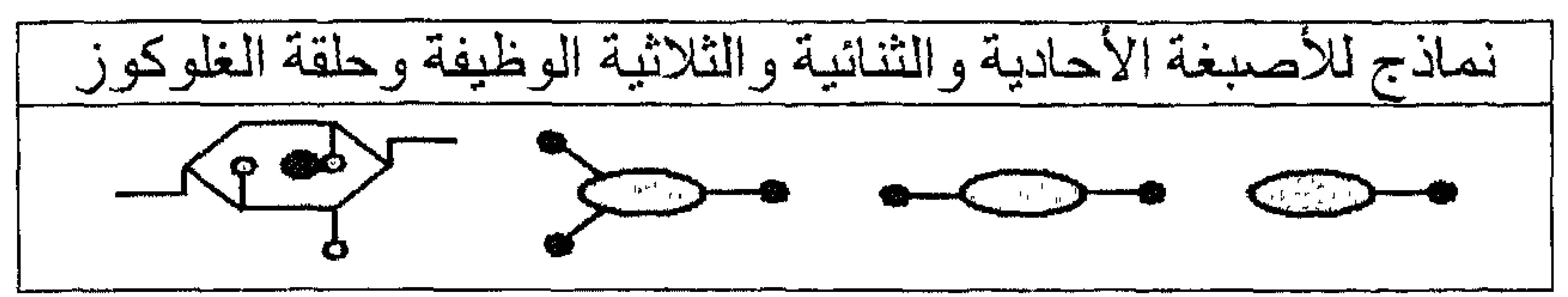
CO-CH=CH2
N
H2C CH2
N N
H2C=CH-OC C CO-CH=CH2
H2

٢-٤- مجموعة أصبغة درجات الاستنزاف العالية: طُرِحَت في الأسواق اليوم مجموعات الأصبغة القديمة بمجموعتي تثبيت أو ثلاث بَدلاً عن الواحدة كما يبين الشكل ٣٠ كأن يرتبط الكروموجين الصباغي بمجموعة ڤينيل سلفون مع حلقة تريازين بما يضمن رفع معدلات استنزاف الصباغ وبالتالي رفع اقتصادية العمل كونه يحقق:

- انخفاض معدل المفقود في نهاية الحمام الصباغي وتيسير عملية التناسخ.
- انخفاض معدلات استهلاك الماء والبخار والغواسل وبالتالي انخفاض معدلات التلوث البيئي.
- توفير الوقت اللازم لإنجاز مرحلتي الصباغة والإنهاء.

وبالطبع فإن أول ما تستلزمه عملية جمع مجموعتي تثبيت هو تقاربهما في شروط تشغيلهما كي يتمكن الصباغ من الارتباط المزدوج مع السيليلوز،

وبالتالي رفع جميع ثباتياته.



الشكل ٣٠

وتأخذ الأصبغة ذات الوظيفتين ثلاثة أنماط أساسية هي :

الأصبغة الفعالة من النمط : ثنائي الوظيفة الفعالة		
زمرتان متتاليتان	زمرتان متناظرتان	زمرتان داخليتان
$D-R_1-R_2$	R_1-D-R_2	$D-R_1-R_2-D$

وتتباين ثباتيات الزمر الفعالة وخواصها على الشكل المبين في الجدول ٨٥:

الجدول ٨٥

ثباتية الزمر الفعالة		
الثباتية على الأقمشة المصبوغة		
تجاه الوسط القلوي	MCT, MFT, DFCP > VS, DCQ	
تجاه الوسط الحمضي	VS > DFCP, MFT, DCQ, DCT	
تجاه العوامل المؤكسدة : البربورات	MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	
تجاه الكلور : 1-5 p.p.m	MCT, MFT, VS > DFCP, DCQ	
ميزات الزمر الفعالة		
مقاومة للوسط الحمضي ، ضعيفة في الوسط القلوي	VS	
ضعيفة للوسط الحمضي ، مقاومة في الوسط القلوي	MCT, MFT, DFCP	
مقاومتها غير كافية لجميع الأوساط	DCQ, DFCP	
دليل الزمر الفعالة		
ثنائي فلور التريازين	Di-Flouoro-Triazine	DFT
أحادي فلور التريازين	Mono-Flouoro-Triazine	MFT
ثنائي كلور التريازين	Di-Chloro-Triazine	DCT
أحادي كلور التريازين	Mono-Chloro-Triazine	MCT
ثنائي فلور كلور بيريميدين	Di-Chloro-Flouoro-Pyrimidine	DFCP
ثلاثي كلور بيريميدين	Tri-Chloro-Pyrimidine	TCP
فلور كلور ميتيل بيريميدين	Flouoro-Chloro-Methyl-Pyrimidine	FCMP
ثنائي كلور كوينوكويزارين	Di-Chloro-Quinoquizarine	DCQ
ڤينيل سلفون	Vinyl Sulphone	VS
إيزو حمض النيكوتيك	Iso-Nicothinic Acid	NA

٣- تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة : تتمايز خواص

الأصبغة الفعالة بحسب حجمها الجزيئي على الشكل المبين في الجدول ٨٦:

الجدول ٨٦

تأثير الحجم الجزيئي على خواص الأصبغة الفعالة		
الخاصة	وزن جزيئي عالي	وزن جزيئي منخفض
الألفة	ألفة عالية	ألفة منخفضة
معدلات الاستنزاف	عالية	منخفضة
كميات الملح اللازمة	صغيرة : ٢٠-٣٠ غ/ل	كبيرة : ٢٠-٨٠ غ/ل
تسوية العملية الصباغية	تسوية منخفضة	تسوية عالية
التبقيع على الأبيض عند الصباغة	تبقيع كبير	تبقيع بسيط
البواقي وخطوات الإنهاء على الباد	عالية	قليلة
خواص الغسيل	صعبة	سهلة
التأثر بنسبة الحمام	ضعيفة	عالية
التأثر بكمية الملح	ضعيفة	عالية
التطبيق	لطريقة الاستنزاف	للباد والطباعة

٤ـ تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة: تتباين فعاليات الأصبغة الفعالة بحسب طبيعة الزمرة الالكتروفيلية الفعالة التي تدخل في التفاعل مع أكسجين الزمرة الهيدروكسيلية في حلقة الغلوكوز كما يبين الجدول ٨٧:

الجدول ٨٧

<table>
<tr><th colspan="5">تأثير فعالية الزمرة الفعالة على الأصبغة الفعالة</th></tr>
<tr><th colspan="2">الزمرة</th><th>ثنائي كلور أو فلور التريازين
DCT & DFT</th><th>فينيل سلفون
V.S</th><th>أحادي كلور التريازين
MCT</th></tr>
<tr><td colspan="2">الفعالية</td><td>عالية</td><td rowspan="7">وسط</td><td>منخفضة</td></tr>
<tr><td colspan="2">قابلية الصباغ للخزن</td><td>غير ثابت</td><td>ثابت</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ثباتية الحمام الصباغي</td><td>الصباغة بطريقة الاستنزاف</td><td rowspan="3">غير ثابت</td><td rowspan="3">ثابت</td></tr>
<tr><td>الصباغة على الباد</td></tr>
<tr><td>الطباعة بمعجونة الطباعة</td></tr>
<tr><td colspan="2">كميات القلوي اللازمة :
كربونات الصوديوم</td><td>صغيرة :
١٠-٢٠ غ/ل</td><td>كبيرة :
٢٠-٣٠ غ/ل</td></tr>
<tr><td colspan="2">زمن التثبيت</td><td>قصير</td><td>طويل</td></tr>
<tr><td colspan="2">تأثير درجة الحرارة والقلوي على المردود</td><td>كبير</td><td>صغير</td></tr>
<tr><td colspan="2">درجة حرارة
تطبيق الحمام الصباغي</td><td>منخفضة :
٢٠-٣٠ °م</td><td>وسط :
٥٠-٦٠ °م</td><td>عالية :
٨٠ °م</td></tr>
</table>

٥- مواد بناء حمام تطبيق الأصبغة الفعالة على الألياف السيليلوزية: يتأثر حمام تطبيق الأصبغة الفعالة بمواد البناء من: الماء، الكهرليت، القلوي ودرجة الحرارة.

٥-١- مواصفات الماء: يتوجب تطبيق وتصبين الأصبغة الفعالة بكل فئاتها من ماء محلى حصراً أي ما يطابق المواصفات الواردة في الجدول ٦٥ ببحث معالجة المياه، إذ تسبب شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم تراجعاً كبيراً لهجرة وانتشار الصباغ ما يعني تراجعاً كبيراً للمردود والثباتيات، في حين يؤدي وجود شوارد النحاس والحديد خاصةً وباقي شوارد المعادن الثقيلة عامة لانحراف اتجاه اللون ودرجتي سطوعه وعمقه.

وتستوجب درجة القساوة ٥٠ ج.م.م إجراء عمليات تحلية بالمبادلات الشاردية، ويتم قياس درجة القساوة الكلية باستخدام ورق اختبار ميرك الذي يكشف عن ٥ درجات ألمانية، ويمكننا معايرة شوارد البيكربونات بقياس درجة الحموضة بدرجة حرارة الغرفة، إذ نعاير عينة قبل وبعد غليها بالماء لمدة خمس دقائق، فارتفاع درجة الحموضة يدل على وجود كمية من شوارد البيكربونات، لذا نعايرها بحمض كلور الماء بوجود كاشف أحمر الميتيل.

ويمكننا في حال عدم توفر الماء الطري إضافة عوامل تحلية لمراحل التجهيز الأولي أو القصر والصباغة والتصبين، ويُنصح بسداسي ميتا فوسفات الصوديوم كعامل تحلية في حمام الصباغة للتخلص من القساوة الدائمة بإضافته بمعدل ٠.١ غ/ل لكل درجة قساوة ألمانية، كما يمكننا وللتخلص من القساوة المؤقتة بدء العمل عند pH: 5.5-6.5 بإضافة حمض الخل، أما القساوة الناجمة عن وجود شوارد معدنية ثقيلة فيمكننا معالجتها بإضافة الايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA أو العوامل التي انتشرت حالياً مثل البولي أكريلات، ومن المهم أن ننوه هنا إلى أن EDTA يلتقط الجزيئات الصباغية الحاوية على شوارد معدنية في حين أن عوامل التحلية العضوية ليس لها أي أثرٍ سلبيٍ عليها.

٥-٢- الكهرليتات: تلعب الكهرليتات دوراً بارزاً جداً في مردود العملية

الصباغية، إذ تلعب دورها في رفع معدلات الهجرة والانتشار وبالتالي رفع معدلات الاستنزاف ما يؤدي لاختصار زمن العملية ككل، وأكثر الكهرليتات استخداماً ملحي الطعام وغلوبر، ويتوجب علينا إذ ذاك تحليل الملح المراد استخدامه لتحديد محتواه من القساوة والرطوبة ودرجة حموضته، ونرى في الجدول ٨٨ تحليلاً لبعض عينات طعام صخري وبحري مع ملح من إنتاج شركة ICI.

الجدول ٨٨

الشوارد	ملح صخري – العينة الأولى	ملح صخري – العينة الثانية	ملح بحري غير معالج	ملح بحري معالج	ملح PPV من ICI
محتوى بعض عينات ملح الطعام من بعض الشوارد المعدنية					
كالسيوم	١٦٠٠	٢٢٠٠	١٣٠٠	١٠	٢٣
مغنيزيوم	٩٢٠	١٨٠٠	٢٦٠	٥٠	٢
حديد	٢٥	١٠٠	٤٥	٢	٢
من ندوة التطورات الحديثة لصباغة القطن بطرق الاستنزاف : حلب ١٩٩٢					

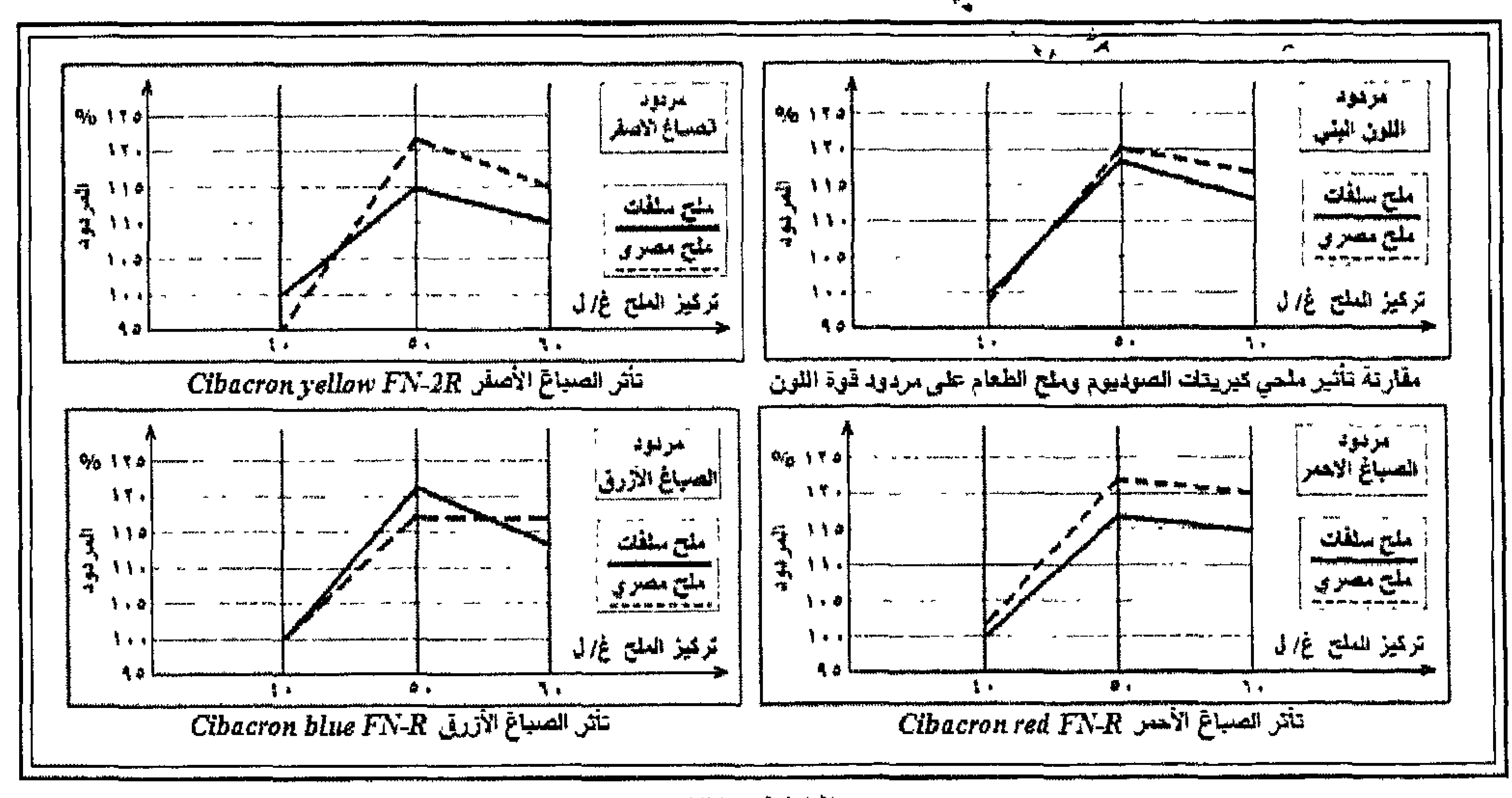
ويمكننا الجزم بأن كل ترسبٍ أو تلوثٍ في حمام الصباغة يدل على وجود شاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم علاوة عن إضعافهما الشديد للثباتية على الاحتكاك، وفي تجارب خاصة تم الأخذ بثلاثة أصبغة وتطبيق حمام صباغي بنسب ملح طعام وكبريتات الصوديوم متباينة لرصد مدى تأثر مردود عملية التثبيت بنسب وشوائب الملح على السواء، فوجدنا كما هو مبين في الجدول ٨٩ والشكل ٣١ أن أعلى معدلات التثبيت كانت عند تركيز للكهرليت عادل ٥٠ غ/ل لينخفض مع النسبة ٦٠ غ/ل، والذي يبين أيضاً أن معدلات التثبيت كانت للصباغين الأصفر والأحمر أعلى منها مع ملح الطعام على العكس من الأزرق الذي كان مردوده الأعلى مع ملح كبريتات الصوديوم.

ومن الضروري الانتباه لدرجة ألفة الأصبغة لتأثيرها العالي على معدلات الانتشار وبالتالي على تباينٍ في درجات اللون بحسب نسب توزع الأصبغة ما بين سطح وعمق الألياف أو الخيوط كما يبدو لنا من الجدول ٩٠ لأصبغة سينوزول.

الجدول ٨٩

تحليل من شركة *Pulcra Chemicals* محلول ١٠% من ملح طعام بحري وملح غلوبر							
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم dH	كبريتات الصوديوم df	كبريتات الصوديوم p.p.m	كلوريد الصوديوم dH	كلوريد الصوديوم df	كلوريد الصوديوم p.p.m	محتوى كبريتات الصوديوم / محتوى كلوريد الصوديوم
الكالسيوم Ca	١.٨٥	١٩.٤٢	١٩٧	١٦.٨	٣٠	٣٠٠	%٦٥.٦=٣٠٠/١٩٧
المغنيزيوم Mg	١٧.٦	٣١.٥	٣١٥	٢٠.٤	٣٦.٥	٣٦٥	%٨٦.٣=٣٦٥/٣١٥
المجموع Total	٢٨.٤٥	٥٠٩	٥٠٩	٣٧.٢	٦٦.٦	٦٦٦	%٧٦.٤=٦٦٦/٥٠٩
الحديد Fe	١.٣ ج.م.م			١.١ ج.م.م			%١١٨ =١٠١/١.٣
البيكربونات Bicarbonate	١٣٤.٤ ج.م.م			٢٩ ج.م.م			=٢٩/١٣٤.٤ %٤.٦٣
السيليكون Silicion	١.٧ ج.م.م			-			/
الحموضة pH	١٠.٢٠			٨.٤١			/

رقم العينة	الملح غ/ل	الملح نوع الملح	نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر أصفر FN-2R غ	أصفر FN-2R %	أحمر FN-R غ	أحمر FN-R %	أزرق FN-R غ	أزرق FN-R %	المجموع	التثبيت %
١	٤٠	كبريتات الصوديوم	٠.٧٨٤٩	٧٨	٠.٧٣٣٢	٧٣	٠.٧٧١٠	٧٧	٢٢٨٩	٧٦.٣
٢	٥٠		٠.٩٠٩٨	٩١	٠.٨٦١٣	٨٦	٠.٩٣٥٦	٩٤	٢٧٠٦	٩٠.٢
٣	٦٠		٠.٨٦٥٥	٨٧	٠.٨٤٣١	٨٤	٠.٨٧٢٠	٨٧	٢٥٨٠	٨٦
٤	٤٠	كلوريد الصوديوم	٠.٧٤٦٢	٧٥	٠.٧٤٨٩	٧٥	٠.٧٧١١	٧٧	٢٢٦٦	٧٥.٥
٥	٥٠		٠.٩٦١٤	٩٦	٠.٨٩٤١	٨٩	٠.٩٠٢٧	٩٠	٢٧٥٨	٩١.٩
٦	٦٠		٠.٩٠٢٨	٩٠	٠.٨٨٢٠	٨٨	٠.٩٠٤٦	٩٠	٢٦٨٩	٨٩.٦



الشكل ٣١

الجدول ٩٠

ألفة بعض أصبغة السينوزول	
الألفة	الصباغ : سينوزول Synozol
L	Yellow HF-3G & GR
M	G.Yellow HF-4GR & HF-2GR & SH3RD & GL, Red 3B
H	Yellow HF-4GL, Orange HF-GR & SHF-2GN, Scarlet SHF-2GN Red SHF-2GN & HF-3B & HF-BBN & HF-6BN & SHF-EP, Violet SHF-3B

وكذلك الانتباه لمعدلات هجرة وفعالية الأصبغة المعتمدة عند بناء اللون كي لا تؤثر إضافة الكهرليت سلباً على العملية الصباغية من حيث معدلات التسوية كما يرينا الجدول ٩١ لأصبغة افرزول:

الجدول ٩١

بعض خواص أصبغة افرزول لشركة Everlight

الصباغ : افرزول Everzol		الفعالية	الهجرة	تأثير الشوارد Fe^{++}	تأثير الشوارد Cu^{++}
أصفر	4GL	2	4-5	4-5	4-5
	3GL		4-5	4	2-3
	C-GL		4-5	4-5 R	4-5
	GR		5	4	2 D
	3RS		4-5	4-5	4G
سكارلت	3GF		1-2	4-5	1
برتقالي	3R		5	5	4-5
أحمر	LF-B		4-5	4	1
	LF-2B		4	4-5	1 B
	C-3B		4-5	4-5	4-5
	F2B		5	5	4
	RBN	1	3-4	4-5 B	4-5 B
	BB	2	4	4B	2 B

الصباغ : افرزول Everzol		الفعالية	الهجرة	تأثير الشوارد Fe^{++}	تأثير الشوارد Cu^{++}
أحمر	F3B	2	4-5	5	1
	3BS		5	3-4	2-3 B
	BS		4	5	5
تركواز	G	1	4	5	5
أزرق	R Spec	2	4-5	4-5	4-5
	BB		5	4-5	4-5
	BRF		3-4	4	4-5
كحلي حمر	FBN		4-5	4-5	3 G
	GG		5	4-5	3-4
	RGB		2	2-3 R	3-4 R
كحلي سود	LF		2	4-5 G	4-5 G
أسود	B		4-5	5	4-5
	C-RL		2	4-5	4-5

إذ أن مزج صباغين مختلفين في درجة هجرتيهما يعني أن الإضافة المبكرة للكهرليت تسبب تراجع قدرة الصباغ على التسوية عالي رقم الهجرة، في حين تؤدي الإضافة المتأخرة أو غير الكافية لكمية الكهرليت اللازمة لتراجع تشرب الصباغ المنخفض رقم الهجرة، وكذلك الأمر بالنسبة لرقم الفعالية الذي يدلل على أن كمية قليلة من القلوي قد تكون كافية لتثبيت الصباغ العالي رقم الفعالية ما يعني أن مزج صباغين مختلفي رقم الفعالية مع عدم ضبط كميات القلوي ستؤدي لعدم التناسخ بين الوجبة والأخرى، أما التأثر بشوارد

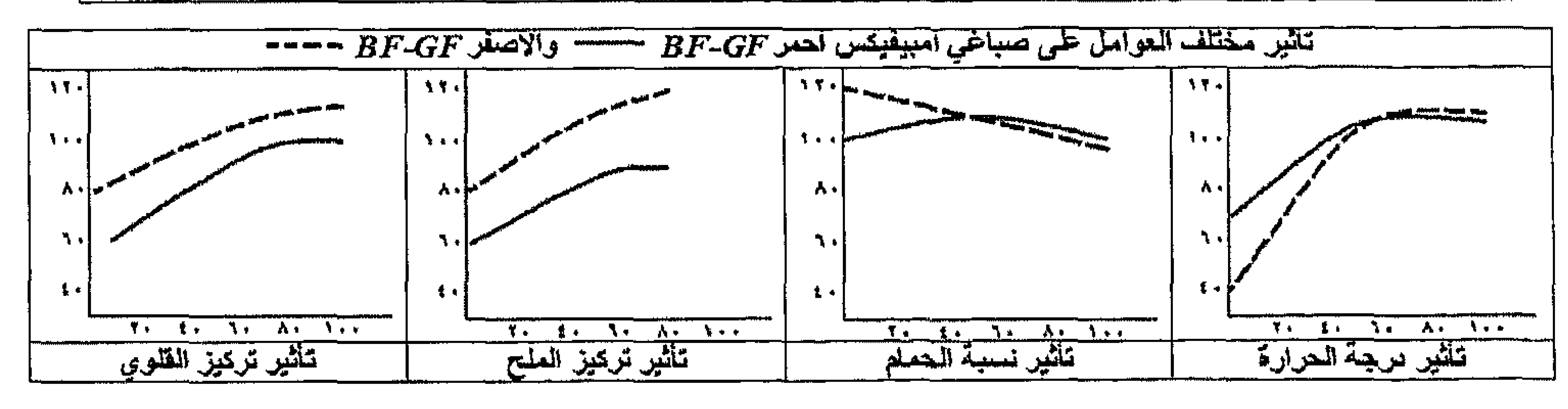
المعادن الثقيلة كالحديدي والنحاس فإنه يؤدي كما نرى من الجدول انحراف اللون بسبب تغير بنية وخواص الجزيء الصباغي ما يؤدي بالطبع لضعف التسوية والثباتيات على السواء.

٥-٣- القلويات: يمكننا للدخول في تفاعلات التثبيت استخدام مجموعة من العوامل القلوية كما يبين الجدول ٩٢، وتعتبر كربونات الصوديوم القلوي الأهم اللازم لتثبيت الأصبغة الفعالة، لذا فإنه كثيراً ما تمزج مع ماءات الصوديوم للوصول إلى درجة القلوية اللازمة لمرحلة التثبيت أي pH:10.5 لأصبغة البروسيون وpH:11-11.5 لأصبغة شركة باير، ونرى في الجدول ٩٣ كميات الملح وكربونات الصوديوم اللازمة لتثبيت أصبغة البروسيون M بحسب نسب الحمام والأصبغة.

ولن نسترسل في موضوع نسب القلويات والأملاح أكثر من ذلك لأن كل شركة تنصح بكميات كل من الملح والقلوي ودرجة الحرارة والزمن فيما بين الإضافات وللتثبيت حسبما يظهر لنا في الشكل ٣٢.

الجدول ٩٢

بعض أهم العوامل القلوية المستخدمة لتثبيت الأصبغة الفعالة		
العامل القلوي		حموضة محلول ١٠ % " pH "
الصود الكاوي	$NaOH$	١٣.٣
كربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١١.٥
بيكربونات الصوديوم	$NaHCO_3$	٨.٣
ثلاثي فوسفات الصوديوم	Na_3PO_4	١٢.١
تري بولي فوسفات الصوديوم	$Na_5P_3O_{10}$	١٠



الشكل ٣٢

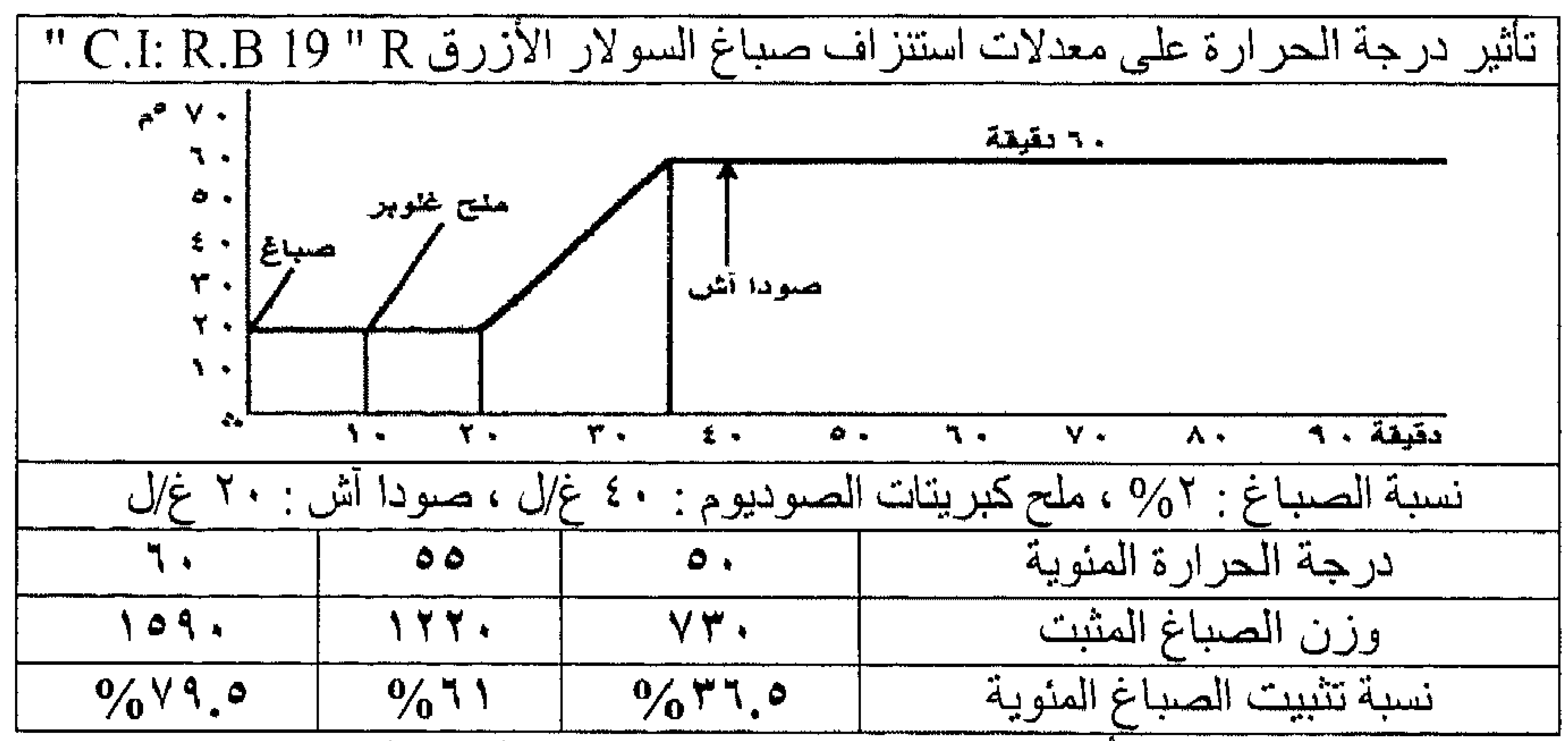
٥-٤- تأثير درجة حرارة التثبيت: يتطلب الوصول للمردود الأعلى لاستنزاف الصباغ الالتزام الحقيقي بدرجة الحرارة المطلوبة للدخول

بتفاعلات التثبيت كما بين لنا الشكل ٣٦، وفي تجربةٍ على صباغ السولار الأزرق R " رآكتيف أزرق ١٩ " بدرجات حرارة ٥٠، ٥٥، ٦٠ °م على الترتيب كان مردود تفاعل التثبيت على الشكل ٣٣، لذا فإننا سنعرض لبعض المخططات التي تبين مبادئ تطبيق الأصبغة مع بعض الشروح الأهم لفهم آلية صباغة الألياف السيليلوزية بالأصبغة الفعالة.

الجدول ٩٣

كميات الملح والصودا آش اللازمة لحمام صباغة القطن والفيسكوز				
الملح	قطن	٣٠-٦٠ غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل		
	فيسكوز	٢٠-٦٠ غ/ل ، وقد تصل للغوامق والأسود حتى ١٠٠ غ/ل		
نسب كربونات الصوديوم اللا مائية مقدرة بـ : غ/ل وبحسب نسب الصباغ والحمام				
نسبة الصباغ	١ : ٥	١ : ١٠	١ : ٢٠	١ : ٣٠
< 0.5 %	١٠	٥	٢.٥	٢.٥
0.5-2 %	١٥	٧.٥	٥	٢.٥
2-4 %	٢٥	١٠	٥	٥
> 4 %	٣٠	١٥	٧.٥	٥

تأثير درجة الحرارة على معدلات استنزاف صباغ السولار الأزرق R " C.I: R.B 19 "



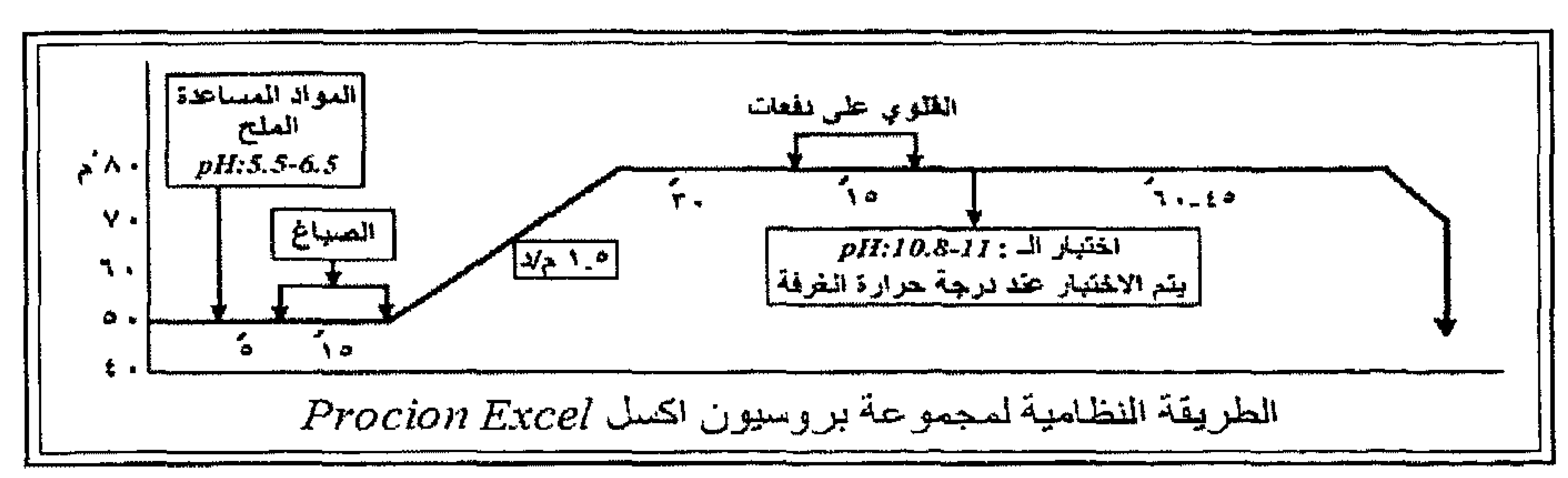
نسبة الصباغ : ٢% ، ملح كبريتات الصوديوم : ٤٠ غ/ل ، صودا آش : ٢٠ غ/ل			
درجة الحرارة المئوية	٥٠	٥٥	٦٠
وزن الصباغ المثبت	٧٣٠	١٢٢٠	١٥٩٠
نسبة تثبيت الصباغ المئوية	%٣٦.٥	%٦١	%٧٩.٥

الشكل ٣٣ : تأثر معدلات التثبيت بدرجات حرارة الحمام الصباغي

٦- بعض تقنيات تطبيق الأصبغة الفعالة:

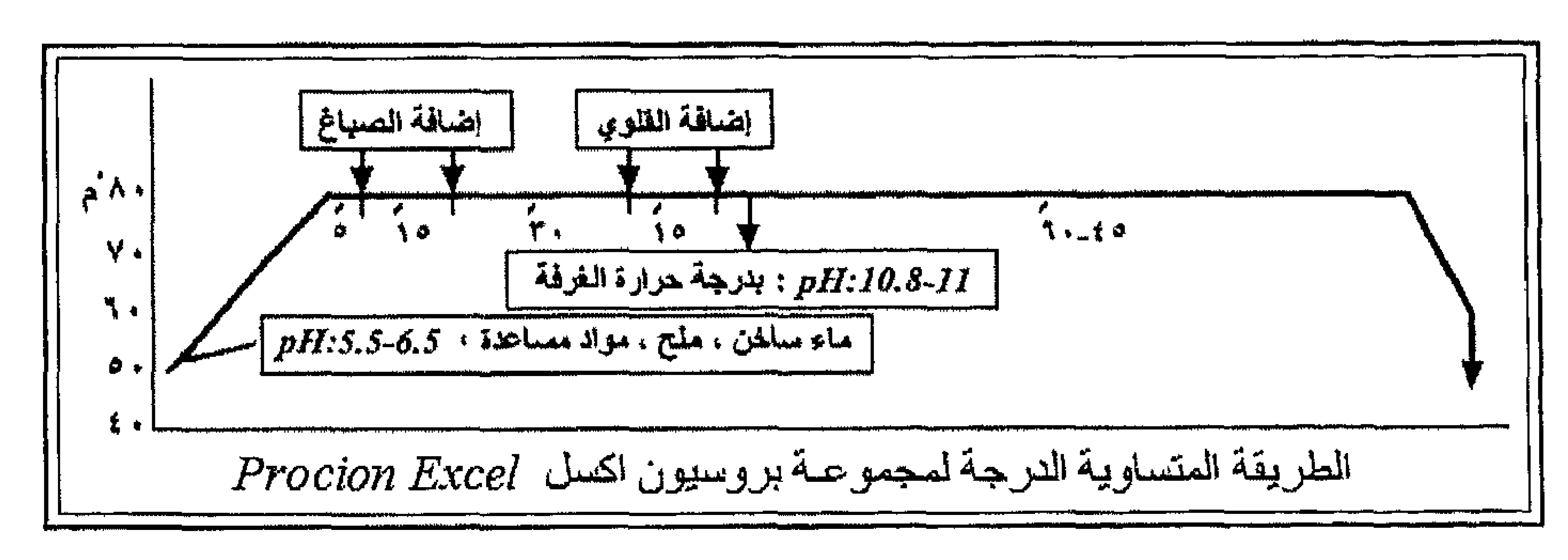
٦-١- الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون أكسل Procion Excel:
وتُطَبَق للألوان الوسط والغامقة، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى الدرجة ٥٠°م ليضاف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى

خلال ١٥ دقيقة ليتبعها رفع درجة الحرارة بمعدل ١.٥ درجة/دقيقة حتى ٨٠°م وننتظر مدة ٣٠ دقيقة لنضمن وصولنا لمعدلات الهجرة المطلوبة، نبدأ بعدها بإضافة المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH:10.8-11 ننتظر بعدها ٤٥-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون ونبرد بعدها حتى ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصبين.



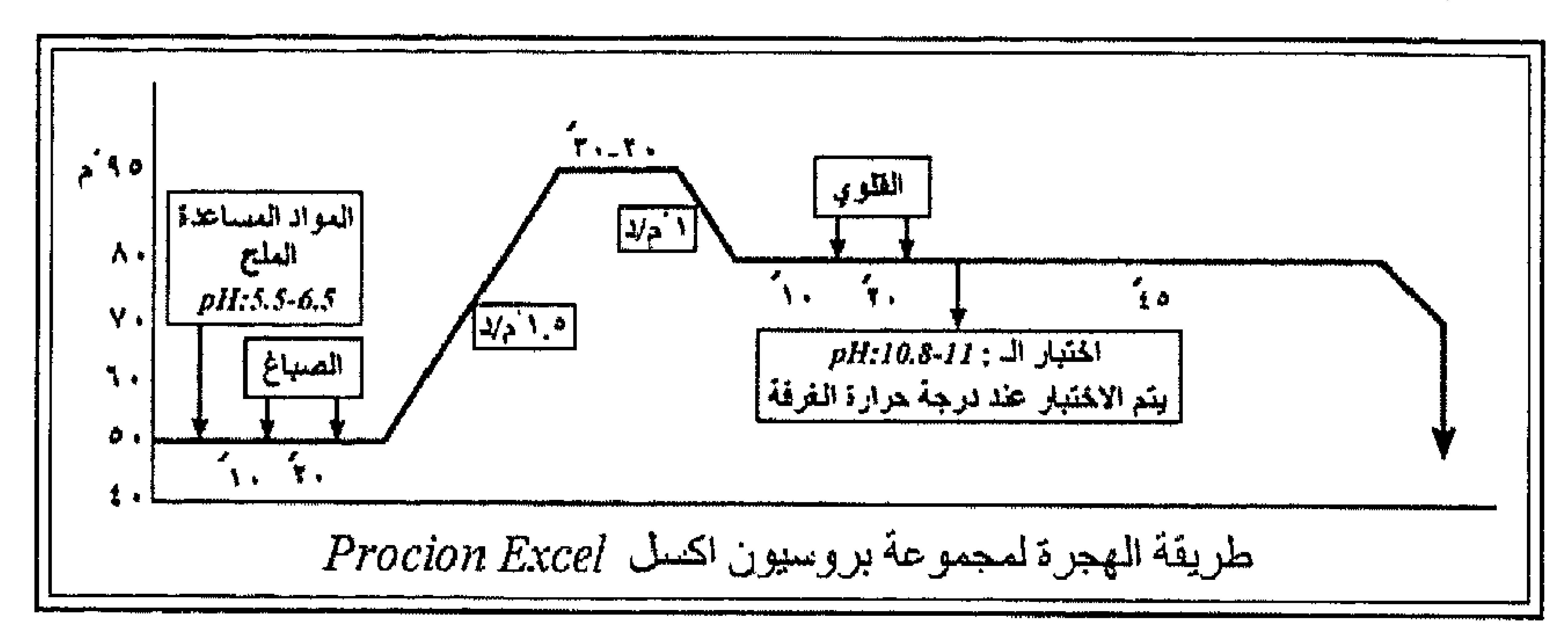
الطريقة النظامية لمجموعة بروسيون اكسل *Procion Excel*

٦-٢- الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة Procion Excel: وتطبق للألوان الوسط والغامقة: نضيف الماء الساخن أو نرفع درجة حرارة الماء حتى الدرجة ٥٠°م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل ثم نرفع درجة الحرارة بأقصى سرعة حتى الدرجة ٨٠°م ننتظر بعدها ٥ دقائق لتتجانس درجة الحرارة في كل نقاط الحمام لنبدأ ضخ المحلول الصباغي المصفى خلال ٢٠ دقيقة ننتظر بعدها ٣٠ دقيقة لتحقيق معدل الهجرة اللازم، ثم نضخ المحلول القلوي خلال ١٥ دقيقة ونتحقق من درجة القلوية pH:10.8-11، ننتظر عند الدرجة ٨٠°م مدة ٤٥-٦٠ دقيقة ثم نبرد حتى الدرجة ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطفِ والتصبين.



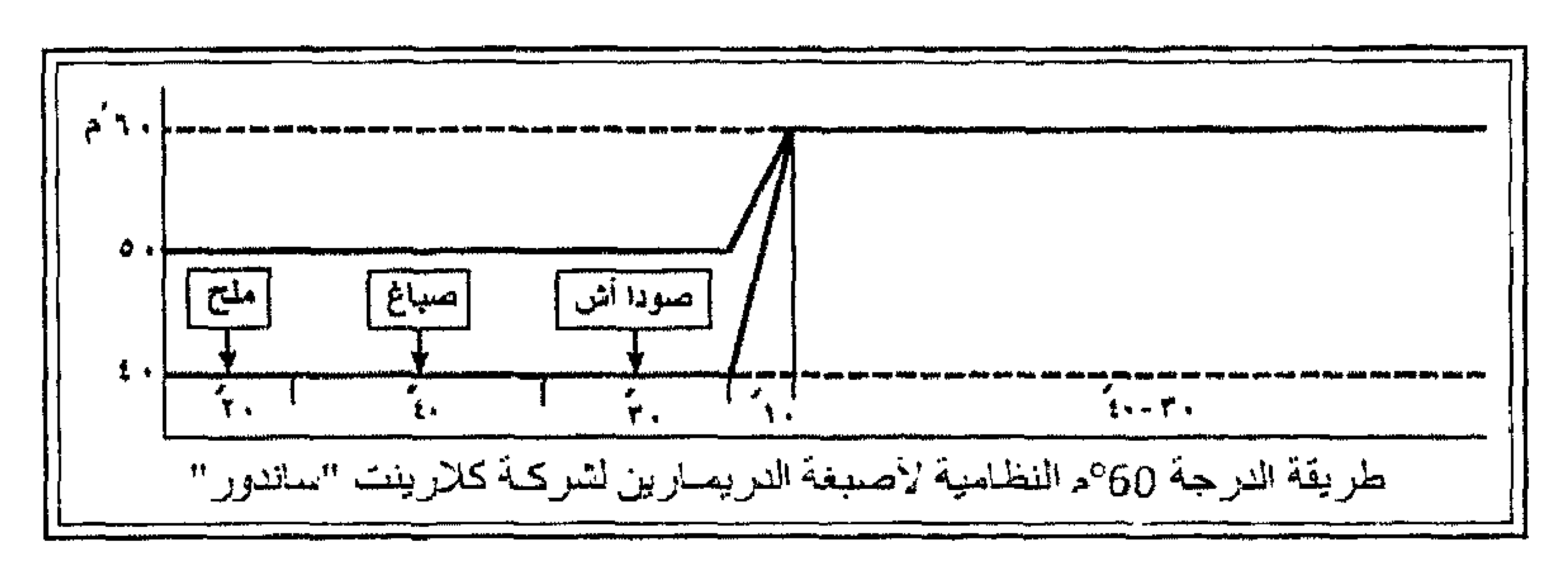
الطريقة المتساوية الدرجة لمجموعة بروسيون اكسل *Procion Excel*

٦-٣- طريقة الهجرة لمجموعة Procion Excel: وتطبق مع الألوان الفاتحة، إذ نرفع درجة حرارة ماء الحمام حتى الدرجة ٥٠°م ونضيف الملح والمواد المساعدة ونضبط درجة الحموضة عند pH:5.5-6.5 بحمض الخل وننتظر بعدها ١٠ دقائق لتحقيق التجانسين الحراري وتوزع المواد ونبدأ بضخ المحلول الصباغي خلال ٢٠ دقيقة، نبدأ بعدها رفع درجة الحرارة بمعدل ١.٥ درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة ٩٥°م، ننتظر عندها ٢٠-٣٠ دقيقة لضمان درجتي الهجرة والتسوية الأعلى ثم نبرد حتى الدرجة ٨٠°م بمعدل درجة واحدة/دقيقة وننتظر ١٠ دقائق لنبدأ بضخ القلوي خلال ٢٠ دقيقة ونتحقق من القلوية pH:10.8-11، نستمر عندها لمدة ٤٥ دقيقة للتثبيت ثم نبرد حتى ٧٠°م لإنهاء الحمام والبدء بعمليات الشطف والتصبين.



طريقة الهجرة لمجموعة بروسيون اكسل *Procion Excel*

٦-٤- طريقة الدرجة ٦٠°م النظامية لأصبغة الدريمارين لشركة كلارينت: وتطبق على معظم أصبغة الدريمارين K، إذ نرفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى ٤٠°م ونضيف الملح حسب الجدول ٩٤ وننتظر ٢٠ دقيقة لنضيف الصباغ ولندور بعدها مدة ٤٠ دقيقة لتحقيق درجتي الهجرة والانتشار المطلوبين، ثم نضيف الصودا آش للبدء بمرحلة التثبيت ونستمر عندها ٣٠ دقيقة نرفع درجة الحرارة بعدها خلال ١٠ دقائق حتى ٦٠°م للوصول بتفاعلات التثبيت حتى حدودها العظمى، وننتظر مدة ٣٠-٤٥ دقيقة قبل إنهاء الحمام:



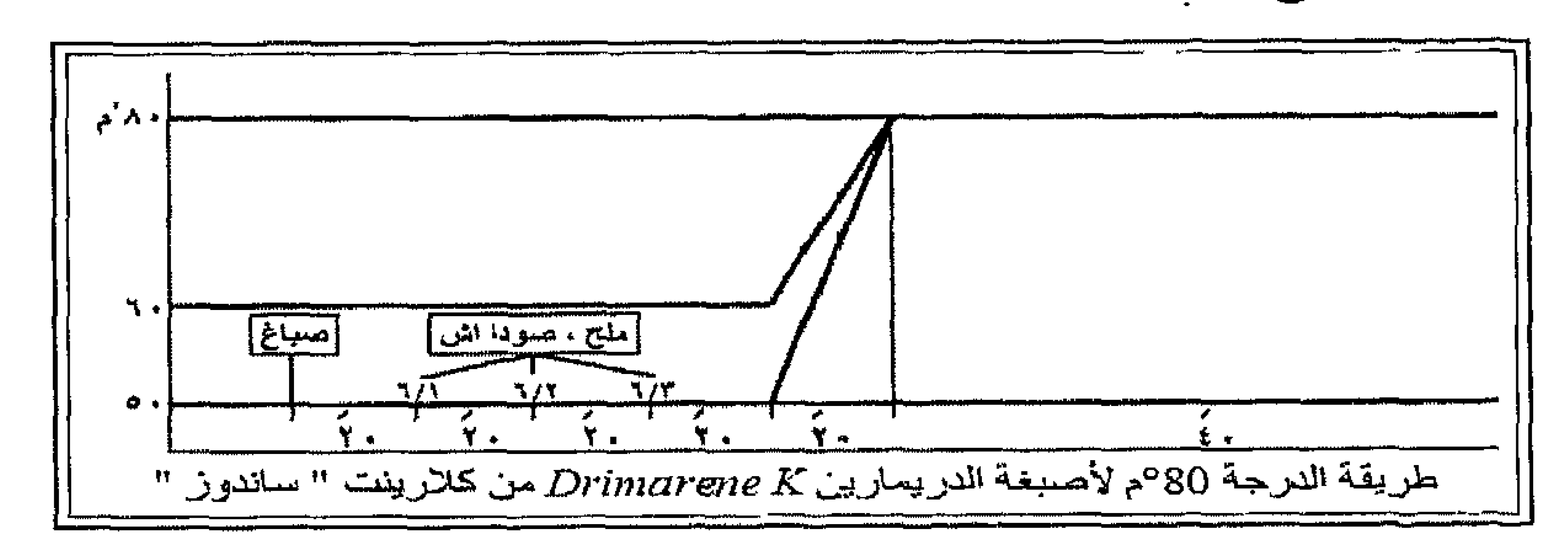
طريقة الدرجة 60°م النظامية لأصبغة الدريمارين لشركة كلارينت "ساندور"

الجدول ٩٤

كميات الملح وكربونات الصوديوم بحسب نسب صباغ الدريمارين K من كلارينت							
نسبة الصباغ المئوية %	٠.٥ >	١-٠.٥	١.٥-١	٢.٠-١.٥	٢.٥-٢.٠	٣.٠-٢.٥	٣.٠ <
ملح : غ/ل	٢٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٨٠
صودا آش : غ/ل	١	١.٥	٢	٢.٥	٣	٣.٥	٤

٦-٥- طريقة الدرجة ٨٠°م لأصبغة الدريمارين K: وتخص هذه الطريقة أصبغة الدريمارين: الأخضر K-BL، التركواز K-2B، الأخضر اللامع K-5BL الأخضر اللامع K-4G، منفردين أو ممزوجين.

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٥٠°م ونضيف الصباغ ثم نبدأ وبعد كل ٢٠ دقيقة بإضافة كميات ٦/١، ٦/٢، ٦/٣ من مزيج الصودا آش والملح وعلى الترتيب، وننتظر ٢٠ دقيقة لتحقيق معدلي الهجرة والانتشار المطلوبين ولنبدأ برفع درجة الحرارة خلال ٣٠ دقيقة حتى الدرجة ٨٠°م وننتظر ٤٠ دقيقة لإنهاء الحمام آخذين بعين الاعتبار تطبيق الجدول ٩٦ لتحديد كميات الملح والصودا آش على أساس الدورة أو الرأس.



طريقة الدرجة 80°م لأصبغة الدريمارين *Drimarene K* من كلارينت " ساندوز "

ويمكننا تعديل طريقة الأصبغة الخضراء هذه إلى الشكل: نرفع درجة الحرارة ونثبتها عند الدرجة ٦٠°م ونرتب عملنا على الشكل والترتيب التالي المبينين في الجدول ٩٥:

الجدول ٩٥

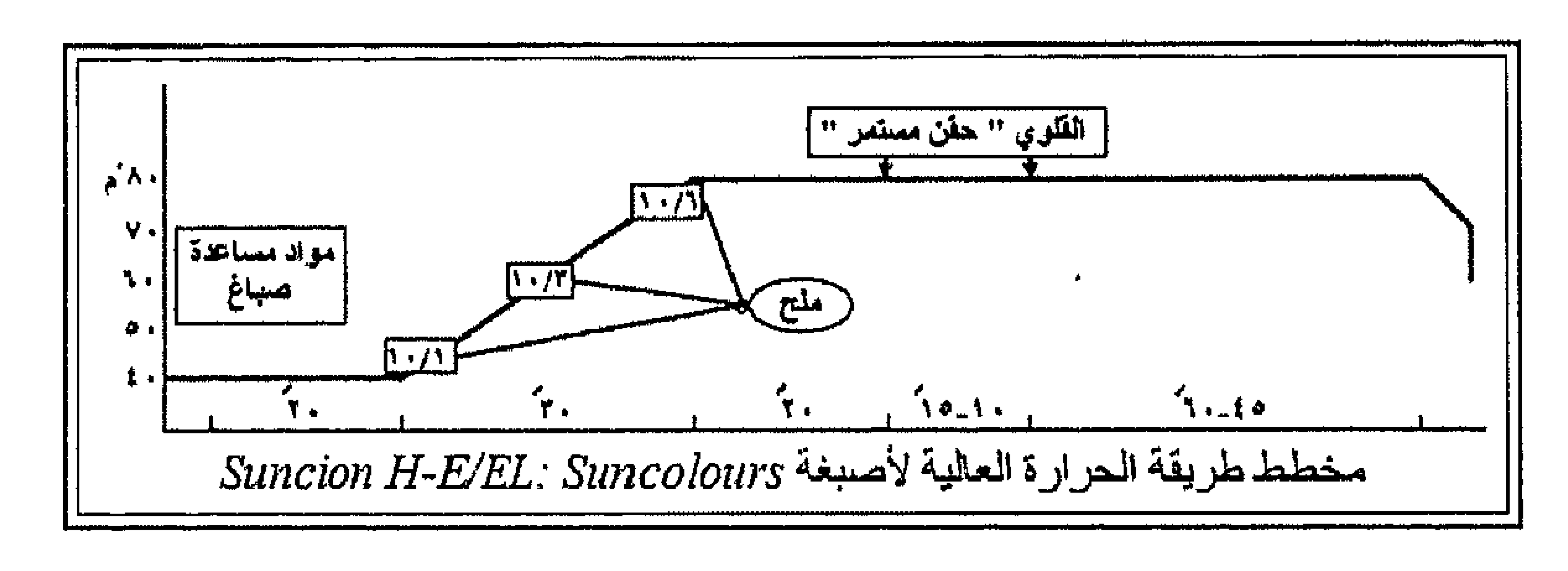
طريقة الحرارة ٨٠ْم لأصبغة الدريمارين : التركواز والأخضر				
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع	الخامس + السادس	السابع + الثامن
كمية الصباغ	٠.٥ + ٠.٥	-	-	-
مزيج الملح والصودا آش	-	١٢/١ +١٢/١	٦/١ +٦/١	٤/١+٤/١

نرفع بعدها درجة الحرارة حتى ٨٠°م ونستمر عندها مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون، ومن الضروري التنويه هنا لإضافة الملح والصودا آش بشكليهما الجافين وليس المحلول منعاً لرفع حجم الحمام.

في حين تتم جدولة الطريقة العادية " غير الخضراء " وفق الترتيب:

طريقة الحرارة ٨٠ْم لأصبغة الدريمارين : التركواز والأخضر			
رقم الدورة	الأول + الثاني	الثالث + الرابع + الخامس + السادس	السابع + الثامن + التاسع + العاشر
كمية الصباغ	٢ × (٢/١)	-	-
الملح	-	٤ × (٤/١)	
الصودا آش	-	-	٤ × (٤/١)

٦-٦- تطبيق أصبغة أحادي كلور تريازين بطريقة شركة صان كولور :



مخطط طريقة الحرارة العالية لأصبغة *Suncion H-E/EL: Suncolours*

١. نضبط درجة الحرارة بين ٢٠-٣٠°م.
٢. بعد ١٠ دقائق نبدأ بإدخال محلول الصباغ.
٣. بعد ٢٠ دقيقة نبدأ بإدخال ٠.١ كمية الملح المطلوبة ونبدأ برفع درجة الحرارة.
٤. بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٥٠°م نضيف ٠.٣ من كمية الملح.

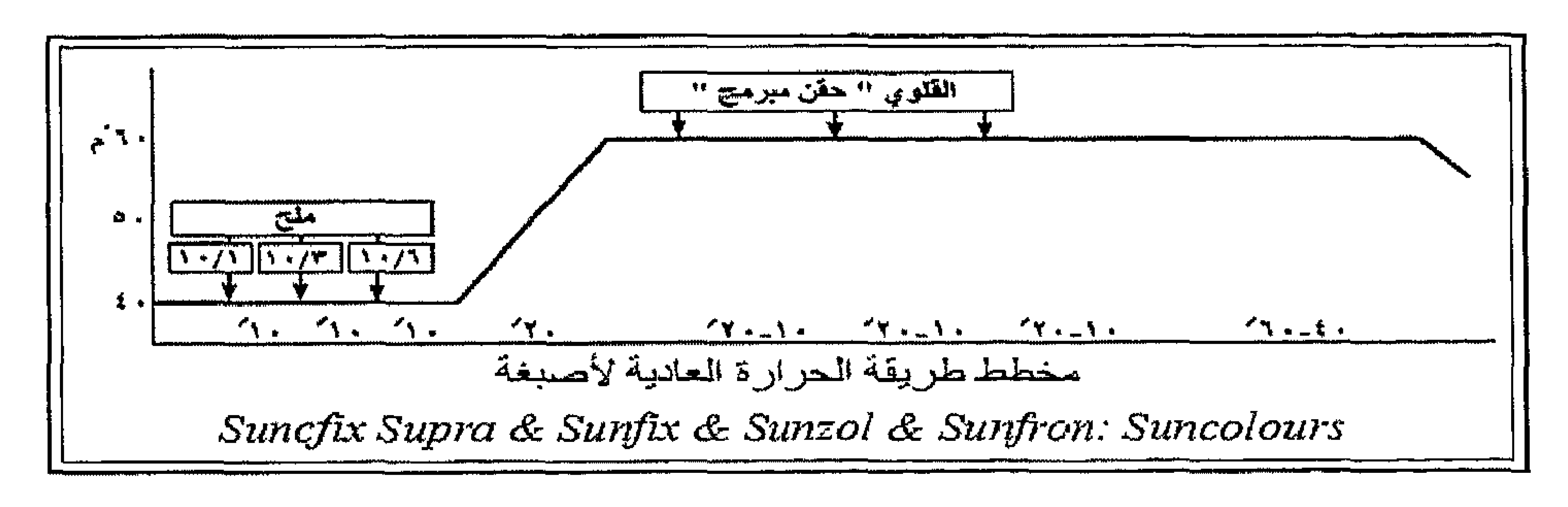
٥. بعد ١٥ دقيقة وبوصول درجة الحرارة حتى ٨٠-٨٥°م نضيف باقي الملح.
٦. بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإدخال نصف كمية الصودا آش .
٧. بعد ١٥ دقيقة نبدأ بإضافة النصف الباقي من كمية الصودا آش.
٨. نستمر عند الدرجة ٨٠-٨٥°م زمناً يتناسب مع درجة عمق اللون المطلوبة فيما بين ٣٠-٧٥ دقيقة.
٩. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصبين.

وهكذا يتراوح كامل زمن العملية الصباغية فيما بين الساعتين إلى الساعتين وثلاثة أرباع الساعة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول ٩٦:

الجدول ٩٦

كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة أحادي كلور الترايازينيل بحسب صان كالر					
نسبة الصباغ المئوية	< ٠.٥	٠.٥-١.٠	١.٠-٢.٠	٢.٠-٤.٠	> ٤%
ملح غلوبر : غ/ل	٣٠	٤٥	٦٠	٧٠	٩٠
صودا آش : غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠

٦-٧- تطبيق أصبغة الفينيل سلفون V.S والأصبغة المتعددة الوظائف بحسب شركة صان كولور:



مخطط طريقة الحرارة العادية لأصبغة
Suncfix Supra & Sunfix & Sunzol & Sunfron: Suncolours

١. نضبط درجة الحرارة عند ٢٠-٣٠°م.
٢. بعد ١٠ دقائق نبدأ ضخ محلول الصباغ المصفى ثم الملح.
٣. بعد ٢٠ دقيقة نضيف نصف كمية الصودا آش.
٤. بعد ٥-١٠ دقائق نضيف النصف الباقي من كمية الصودا آش.

٥. بعد ٥-١٠ دقائق نبدأ برفع درجة الحرارة حتى ٦٠°م خلال ٢٠-٣٠ دقيقة.

٦. نستمر عند الدرجة ٦٠°م مدة ٣٠-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون المطلوب.

٧. ننهي الحمام بعد مقارنة اللون ونبدأ عمليات الغسيل والتصبين.

وهكذا يتراوح كامل زمن العملية فيما بين الساعة والنصف إلى الساعتين وعشرين دقيقة، أما كميات الملح والصودا آش فنجدها في الجدول ٧٠:

الجدول ٧٠

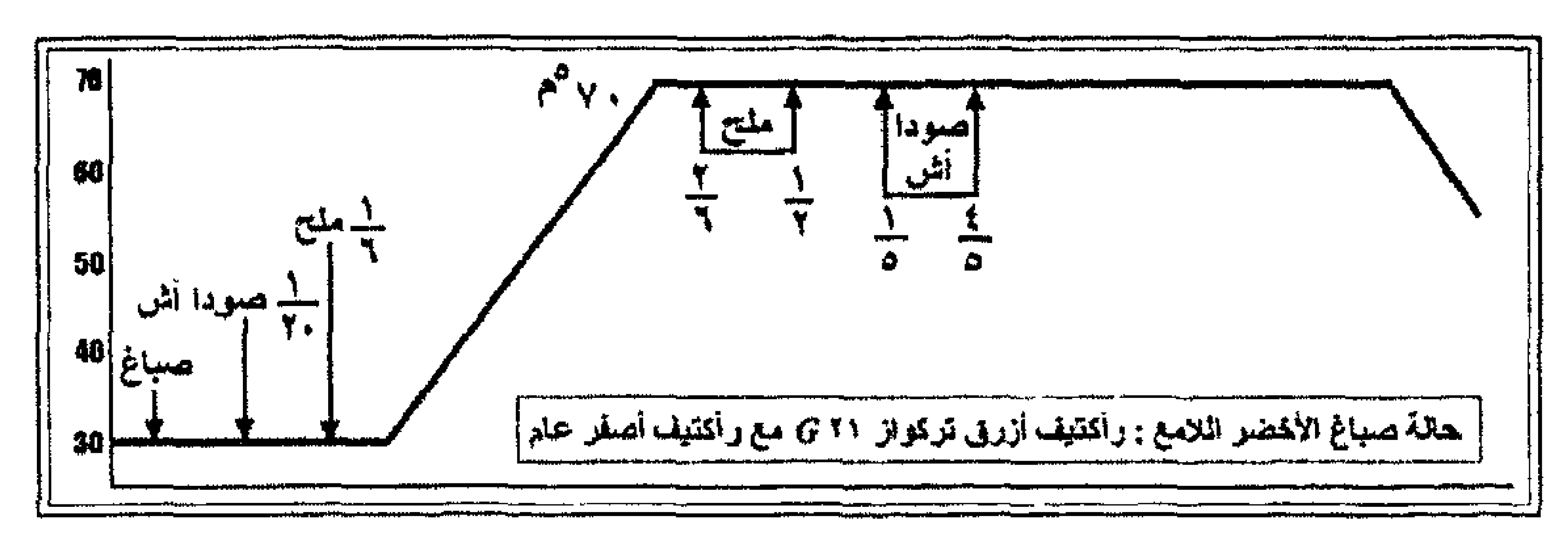
كميات الملح وكربونات الصوديوم لأصبغة ڤينيل سلفون بحسب صان كالر					
نسبة الصباغ المئوية	< ٠.٥	١.٠-٠.٥	٢.٠-١.٠	٤.٠-٢.٠	< ٤%
ملح غلوبر : غ/ل	٢٠	٣٥	٥٠	٦٠	٨٠
صودا آش : غ/ل	١٠	١٥	١٥	٢٠	٢٠

٦-٨- حالات خاصة:

٦-٨-١- حالة اللون الأخضر اللامع: يتم تطبيق هذا اللون عادة من الصباغ الفعال الأزرق ٢١ مع صباغ فعال أصفر، لذا فإننا غالباً ما نواجه ضعفاً في تسوية هذا اللون بسبب:

- الفرق الكبير بالوزن الجزيئي للصباغ الأصفر بالمقارنة مع كتلة صباغ الفتالوسيانين.
- ألفة الصباغ الفعال الأزرق ٢١ العالية تجاه البضاعة بالمقارنة مع غيره من الأصبغة.
- عدم تجانس المحلول الصباغي بشكلٍ كافٍ بسبب تراجع الحالة الغروية للصباغ فيه.

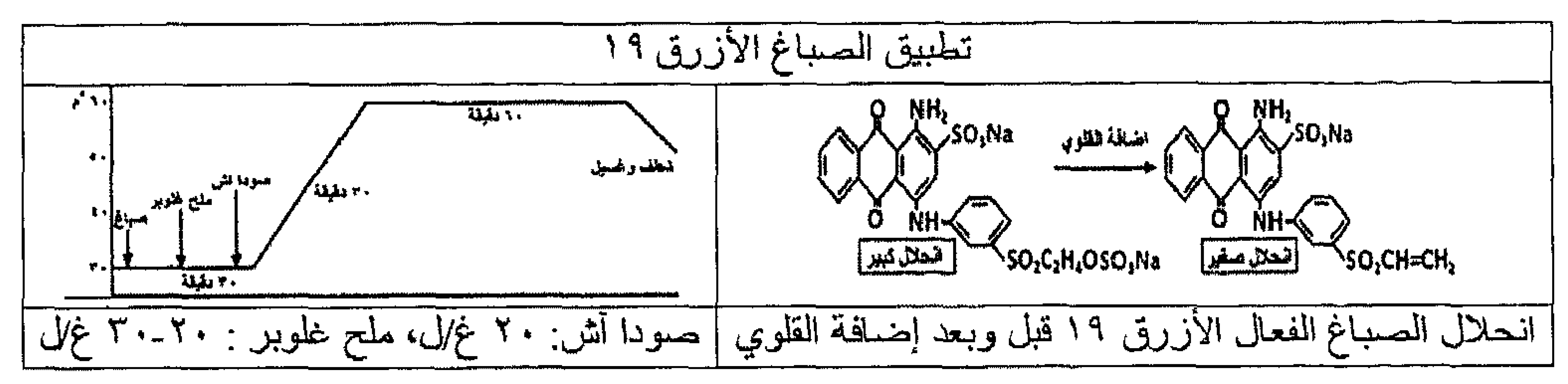
لذا فإنه من المستحسن الأخذ بطريقة الهجرة للإفادة من مزايا رفع درجات الحرارة في تعزيز عمليتي الهجرة وإعادة الهجرة وبالتالي رفع معدلات التسوية، واعتماد مبدأ تجزئة إضافة الملح والصودا آش وإضافة كمية بسيطة من القلوي عند بدء العمل كما هو مبين في الشكل ٣٤:



الشكل ٣٤

٦-٨-٢- حالة الصباغ الأزرق ١٩: نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق ١٩ بعد إضافة القلوي كما يبين الشكل ٣٥ كونه من نمط الفينيل سلفون VS بسبب انخفاض نسبة الحمام أو إضافة كميات ملح كبيرة ما يسبب ترسب الصباغ وتشكيله بقعاً تتسبب بتراجع درجة تسوية العملية الصباغية، لذا يُنصح بـ:

- إضافة الملح بمعدلات دون ٣٠ غ/ل مع الألوان الفاتحة أو الوسط.
- التحكم بإضافة الملح على الشكل: ٣٠ غ/ل عند بدء العمل وقبل إضافة القلوي، ومن ثم متابعة إضافة باقي الملح " ٢٠ غ/ل " عند اقترابنا من النهاية.
- التحقق من قابلية توليف الأصبغة قبل مزجها معه.

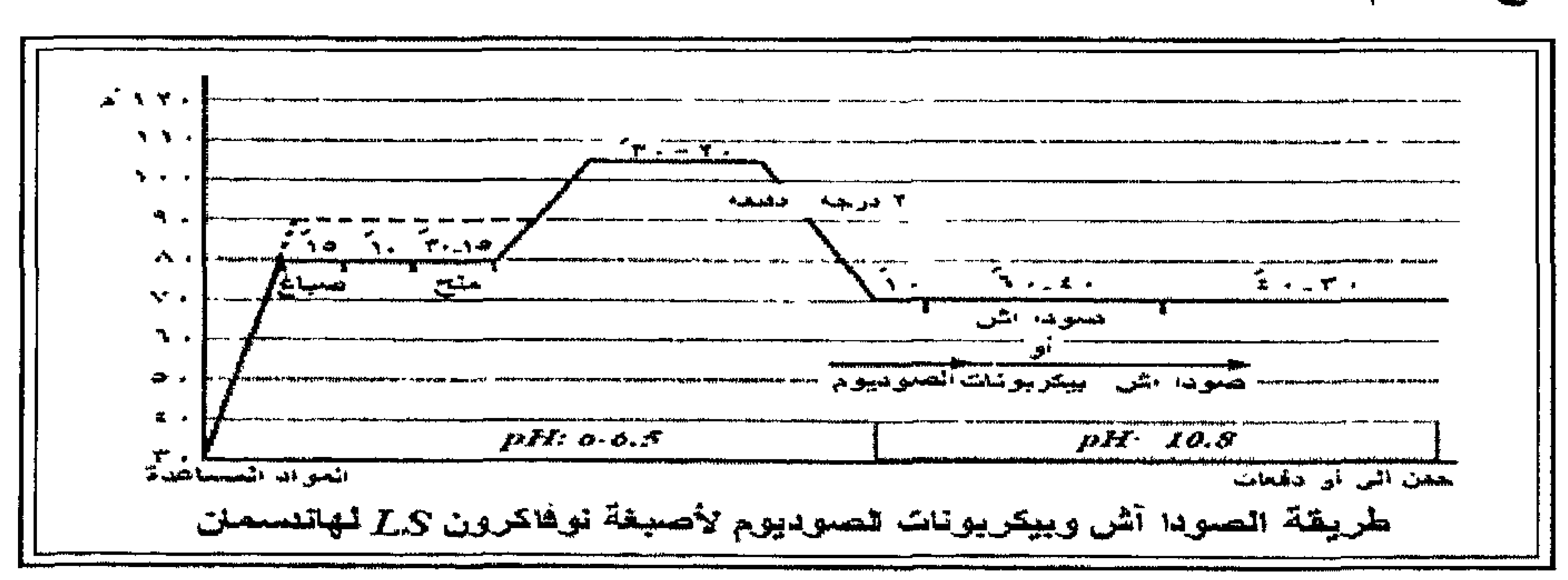


الشكل ٣٥ : طريقة تطبيق الصباغ الفعال الأزرق ١٩

٦-٩- طريقة بيكربونات الصوديوم عالية التسوية: تُطبق هذه الطريقة لبطئها على البضائع الثقيلة أو الصعبة الحياكة والتخريق مثل غزول القطن الممرسز والمطلوب صباغتها بطريقة الشلة، غزول حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري، والغزول على شكل قالب الجبن Cheese أو الحرير المُثبت، حرير الفيسكوز أو حرير النحاس النشادري.

ويتم تطبيق هذه الطريقة كما هو واضح في الشكل ٣٦ بإضافة القلوي على دفعات لتبطيء سرعة التثبيت ما أمكن عند الدرجة ٦٠°م لمدة ١٠٠ دقيقة، ويكون مردود اللون الأعظمي لبعض الأصبغة عند حرارة ٤٠°م، ونبدأ العمل بحسب هانتسمان على الشكل:

- نبدأ بإضافة المواد المساعدة مثل عوامل التحلية التسوية ونضبط درجة الحموضة عند pH~6-6.5 .
- نرفع الحرارة حتى ٨٠ - ٩٠°م ونبدأ بإضافة المحلول الصباغي المصفى على مدى ١٥ دقيقة وندور لمدة ١٠ دقائق.
- نبدأ بإضافة المحلول الملحي على مدى ٣٠ دقيقة.
- نرفع درجة الحرارة حتى ١٠٥°م لتعزيز معدلات الهجرة وبالتالي معدلات التسوية وندور لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة بحسب طبيعة البضاعة الخام.
- نبرد بمعدل ٢ درجة/دقيقة حتى درجة حرارة التثبيت بحسب نوع الصباغ المطبق.
- ندور عند درجة حرارة التثبيت لمدة ١٠ دقائق حتى ضمان تمام التجانس الحراري.
- نبدأ بإضافة محلول بيكربونات الصوديوم لنتبعها بالصودا آش على مدى ٤٠-٦٠ دقيقة وصولاً حتى درجة حموضة pH~10.8.
- نستمر عند درجة حرارة التثبيت لمدة تتناسب ودرجة عمق اللون أو نسبة الصباغ ورقم فعاليته.



الشكل ٣٦: طريقة البيكربونات لشركة هانتسمان

٧- شطف وتصبين الأصبغة الفعالـة: يتخلف عن الحمـام الصبـاغي جزيئـات صـباغية غيـر مثبتـة تسـتوجب منـا إزالتهـا كـاملاً للوصـول بالثباتيــات علــى الغسـيل والاحتكـاك والتعـرق ... إلـى حـدودها العليـا، ويـتم أولاً الـتخلص مـن أكبـر كميـة مـن الملـح والقلـوي عبـر حمامـات شـطف بـاردة يليهـا أو يرافقهـا إضــافة بعـض الحمـض لخفـض القلويــة إذ لا يجـوز أن تتجـاوز الحموضـة pH:8-9 في حمام الغلي للأصبغة من نمط أحـادي كلـور أو فلـور التريـازين كما يبين جدول ثباتية الزمر الفعالة المبينة ٨٠ وبوسط حمضـي للأصبغة من نمط ڤينيل سلفون.

يـتم بنـاء حمـام التصـبين مـن مـاء طـري مـع غاسـل عضـوي مـن نمـط الحمـوض الكربوكسيلية أو البولي أكريـلات أوالبـولي فوسفونـات التي يمكنهـا حجـز الجزيئـات الصـباغية المهدرلـة ومنعهـا مـن إعـادة الترسـب مـن جديـد بعكـس الغواسـل العضـوية المنظفـة العاديـة، وقـد وضـعت شـركة ICI نظـام غسيل مجموعة بروسيون اكسل المتضمن:

- ثلاث حمامات شطف متتالية عند ٦٠°م مدة كل منها ١٠ دقائق.
- حمام غلي عند ٩٠-٩٥°م لمدة ٢٠ دقيقة وبوجود غاسل عضوي.
- حمام شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٦٠°م.
- حمام شطف لمدة ١٠ دقائق بدرجة حرارة ٥٠°م.
- حمام التطرية والإنهاء.

ويتعلق عدد حمامات البند الأول بدرجة عمق اللون، إذ قد يكفينـا حمـام واحـد، أما الغاسل العضـوي والذي يجب أن يكون من النوع الـذي أشـرنا إليـه فتـرتبط كميته بدرجة قساوة الماء كونه يُستَنزَف كعامل تحلية لربط أي شـاردة يحملهـا الماء أو الألياف السيليلوزية.

٨- تعريــة الأصـبغة الفعالــة بالهيبوكلوريـت: نضـطر أحيانـاً لقلـع الأصـبغة الفعالــة بعـد تثبيتهـا عنـد حصـول خطـأ مـا، وتعتبـر الإزالــة الكلوريـة أنجـع الطرق، ونلجأ إليها مضطرين عندما يكون الصباغ ثابتاً أمام طريقـة الإرجـاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ويتم إجراء حمام المعالجة الكلورية على الشكل:

نضيف مركباً كلورياً مناسبا مثل ٣ غ/ل هيبوكلوريت الصوديوم بوسط قلوي pH:10-11 بإضافة ماءات الصوديوم ونستمر لمدة ساعة عند درجة حرارة ٢٥°م، ثم نطبق حمامات شطف وغسيل للتخلص من البواقي الكلورية باعتماد أحد عوامل الإزالة المبينة في الجدول٩٨:

الجدول ٩٨

عوامل التخلص من البواقي الكلورية	
عامل الإزالة	الكمية اللازمة للقضاء على ما يعادل ١ غ/ل كلور فعال
تيوكبريتات الصوديوم	$4\,HOCl + S_2O_3^{--} + H_2O \rightarrow 2\,SO_4^{--} + 6\,H^{++} + 4\,Cl^-$
	4 HOCl = 2 × 35.5 g active chlorines = 158.1 g sodium thiosulphate
	١ غ/ل كلور فعال = ٠.٥٥ غ/ل تيوكبريتات الصوديوم
كبريتات الصوديوم الحامضية	$HOCl + HSO_3^- \rightarrow HSO_4^- + H^+ + Cl^-$
	1 HOCl = ½ × 35.5 g active chlorines = 104.06 sodium hydrogen sulphite
	١ غ/ل كلور فعال = ٢.٩ غ/ل كبريتيت الصوديوم الحامضية
ثنائي كبريتيت الصوديوم " هيدروسلفيت الصوديوم "	$3\,HOCl + S_2O_4^{--} + H_2O \rightarrow 2\,SO_4^{--} + 5\,H^+ + 3\,Cl^-$
	3 HOCl = 1.5 × 35.5 g active chlorines = 158.1 sodium hydrogen sulphite
	١ غ/ل كلور فعال = ١.٥ غ/ل هيدروسلفيت الصوديوم
الماء الأكسجيني	$HOCl + H_2O_2 \rightarrow Cl^- + H_2O + H^+ + O_2$
	1 HOCl = 35.5 g active chlorines = 34.02 hydrogen peroxide
	١ غ/ل كلور فعال = ٠.٤٨ غ/ل ماء أكسجيني ١٠٠% = ٠.٨ غ/ل ماء أكسجيني ٥٠% = ١.٢١ غ/ل ماء أكسجيني ٣٥%

البحث الثالث

صباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض

١- المقدمة: تتميز أصبغة الأحواض بعدم قابليتها للانحلال بالماء، وبالتالي عجزها عن عمليتي الهجرة أو الانتشار إلى أعماق الألياف السيليلوزية، ولكن يمكننا وبإرجاعها في حوض الصباغة أن نُمَكِنها من الانحلال ما يتيح لها إمكانية الهجرة والانتشار لنعود ونؤكسدها من جديد لتفقد قدرتها على الانحلال بعد أن تصبح حبيسة البنية السيليلوزية كصباغٍ ثابت.

تتم عملية الإرجاع على أكسجين زمر الكربونيل القابلة للإرجاع بمحلول هيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي لنحصل على مركبات الليكو الحلولة بالماء وفق الشكل ٣٧:

آلية ومبدأ عمل أصبغة الأحواض	
هيدرو سلفيت الصوديوم	ثنائي حمض التيوني
Na-O-S(=O)-S(=O)-O-Na	H-O-S(=O)-S(=O)-O-H
$S_2O_4^{--} + 4\,OH^- \rightleftharpoons 2\,SO_3^{--} + 2\,e^- + H_2O: E_0 = -1.12\ V$	
$2\rangle C{=}O \xrightarrow[\text{هيدروسلفيت الصوديوم}]{\text{إرجاع}} 2\ C\text{-}OH \xrightarrow{2\,NaOH} 2\rangle C\text{-}ONa + 2\,H_2O$ (شكل حلول) $\xrightarrow{\text{أكسدة}} 2\,H_2O + 2\rangle C{=}O$	
Indanthrene Blue RS (موقع ارجاع / موقع ارجاع) — لاحظ أنه يلزمنا إرجاع زمرتي كربونيل فقط من أصل أربعة	

الشكل ٣٧: مبدأ عمل أصبغة الأحواض

٢- تصنيف أصبغة الأحواض: تُصَنف أصبغة الأحواض في صنفين رئيسين: مجموعة الانديكو ومجموعة الانتراكينون.

٢-١- مجموعة الانديكو: تقوم هذه المجموعة على مركب الانديكوتين كبنية أساسية أو كروموجين، والانديكوتين مركب غير ذواب يمكننا بإرجاعه في الوسط القلوي تحويله لمركب حلول عالي الألفة تجاه الألياف السيليلوزية، وتتميز مجموعة الانديكو عموماً عن مجموعة الانتراكينون بكونها:

أ- تتطلب قلوية تشغيلٍ أقل.

ب- دونها ثباتاً على النور والغسيل بشروط الغسيل القلوي.

لذا فقد بذل العلماء جهودهم لتطوير هذه المجموعة بإيجاد بديلٍ عن الانديكوتين إلى أن أمكن لهم ذلك باستبداله بالتيو أنديكو الذي تحل فيه ذرة الكبريت بدلاً عن زمرة NH– كما في الشكل ٣٨ الأكثر ثباتاً من الانديكوتين وحتى عن الهيبوكلوريت نفسه:

تفاعل الإرجاع القلوي للانديكوتين	تيو الانديكو

الشكل ٣٨

٢-٢- مجموعة الانتراكينون: وتشمل هذه المجموعة عدداً كبيراً من المشتقات التي تحوي ثنائي كيتون غير ذواب ويمكنه بالإرجاع القلوي بالهيدروسلفيت التحول للشكل الإينولي الذواب، ومن أهم مشتقاتها :

١- ايتيل أمين انتراكينون: وتعطي مجموعة ألوان الأصفر والبرتقالي والأحمر والبنفسجي.

٢- منتجات تكاثف مركبات الأمينو انتراكينون مع كلور السيانور: ويتدرج طيفها من الأصفر إلى البرتقالي والأحمر، وتتميز بثباتيات عالية على النور" ٥_٧ " وثباتيات جيدة على الغسيل والتبييض.

٣- انتراكينون اكرادون: ويتم تحضيرها من تكاثف حمض أورتو البنزوئيك مع الأمينوانتراكينون، وقد تم تحسينها بإدخال الهالوجينات على بنيتها، وتتميز هذه المجموعة بثباتيتها الجيدة على النور.

٤- البنزانترون: وتحضر بإرجاع الانتراكينون إلى الأنترون الذي تتم مفاعلته مع الغليسرين وحمض الكبريت، ومن ثم وبالإنصهار القلوي نحصل على الفيولانترون أو ثنائي البنزانترون الجيد الثبات للنور والغسيل والكلور.
٥- الانتنترون: أصبغة برتقالية اللون سهلة الإرجاع وقليلة الاستخدام ولها مشتقات ثنائية الهالوجين، ومن أهم أسباب ضعف استخدامها برغم ثباتياتها العالية على النور والغسيل تسببها بتحلل السيليلوز.
٦- البيرانترون والفلافنترون: تتمايز أفراد هذه المجموعة عن بعضها البعض بمدى صعوبة أو سهولة إرجاعها، وتتميز بارتفاع درجة ثباتها على النور" ٥ – ٧ " والتي تزداد بازدياد هلجنتها.
٧- الانترراميد: وتتكون من نواتي انتراكينون أو أكثر ترتبط ببعضها عبر مجموعات إيمين -NH–، ويتم تحضيرها بتكاثف ألفا أو بيتا أمينوانتراكينون مع ألفا أو بيتا كلور الانتراكينون لتعطي مجموعة ألوان الأحمر والبرتقالي والرمادي المتميزة بثباتياتها الجيدة على النور والغسيل والكلور والغلي القلوي، وتفتقر لزهاء اللون ما يجعل منها غالباً مواداً وسطية ليس إلا.
٨- أصبغة الانتراكينون الحاوية على الكبريت: تتميز هذه المجموعة باحتوائها ذرة كبريت تمكننا من استخدامها بطريقتي أصبغة الأحواض أو الأصبغة الكبريتية، وتحوي عادةً على حلقة التيازول ويتحول طيف ألوانها من الأصفر للأحمر والأزرق، وغالباً ما تكون معتدلة الثباتية للنور إضافةً إلى أن بعضها يلعب دوراً في تحلل السيليلوز.
٣- مبادئ تطبيق أصبغة الأحواض: كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض مركبات غير حلولة بالماء، ويمكننا بإرجاعها بهيدروسلفيت الصوديوم في وسط قلوي تحويل الزمرة الكيتونية لزمرة هيدروكسيلية لا تلبث أن تتصبن بشارجبة الصوديوم لتتحول لمركبٍ حلول يمكنه الهجرة ومن ثم التغلغل والانتشار في عمق الألياف، وبأكسدته يعود مركباً غير حلول وحبيس البنية السيليلوزية مانحاً إياها لونه.
٣-١- تفكك هيدروسلفيت الصوديوم: يتأكسد هيدروسلفيت الصوديوم بالهواء

ويتخرب معطياً كبريتيت الصوديوم الحمضي:

$$2\,Na_2S_2O_4 \;+\; H_2O \;+\; [O] \;\rightarrow\; 2\,NaHSO_3$$

كبريتيت الصوديوم الحامضي   أكسجين جوي   بخار   هيدروسلفيت الصوديوم

لذا ولعدم ثباتية كلٍ من الهيدروسلفيت والبيكبريتيت في الوسط الحمضي فإننا نلجأ لجعل الوسط قلوياً منعاً لتفككهما للكبريت الحر والمشتقات الكبريتية الأخرى.

وطُرِحَت بسبب سرعة تأكسد الهيدروسلفيت مرجعات بديلة مثل مادة الرونجال آ :

Rongal A: BASF Nitrogen trisodium sulphoxalate acet aldehyde	N<Na HSO_2-CH_2-CHO Na HSO_2-CH_2-CHO Na HSO_2-CH_2-CHO

٣-٢- تكوين وثباتية مركبات الليكو: يتشكل مركب الليكو عند إرجاع الزمر الكيتونية للصباغ بالهيدروسلفيت في الوسط القلوي، لذا ترتبط كمية الهيدروسلفيت اللازمة أساساً بعدد الزمر الكيتونية الداخلة في تركيب الصباغ، إضافةً لكمية أخرى بدل الفاقد الممكن تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي، في حين ترتبط كمية ماءات الصوديوم بعدد الزمر الكيتونية فقط لانعدام تأثير أي عامل آخر إلا في حال وجود مركبات قابلة للتصبن في الحوض أو الألياف السيليلوزية، إذ تستلزم كل مجموعة كيتونية جزيء قلوي واحد، وبذلك نرى أن لكل صباغ كميتي هيدروسلفيت وماءات صوديوم محددتين علينا الأخذ بهما لضمان نتيجةَ عملٍ أفضل، وهذا ما يدفع بالشركات المنتجة للأصبغة عموماً بتصنيف أصبغتها للألوان المركبة بحيث تتقارب عناصرها في احتياجها لِـ:

١-كميات : الهيدروسلفيت، ماءات الصوديوم، الملح.

٢-درجة الحرارة.

٣-العوامل المساعدة الأخرى كعوامل التسوية والتحلية ...

٣-٣- تأثير درجة الحرارة: لدرجة حرارة الحمام الصباغي أهميةٌ كبيرة لأن

ارتفاع درجات الحرارة عموماً يعزز امتصاص الأصبغة ومعدلات التسوية و ...، لذا ينصح البعض بالبدء بعملية الصباغة بدرجات حرارة أعلى من المطلوبة لنتبعها بتبريد لتحقيق أعلى درجات استنفاذ للحمام، وهذا ما يُطبق غالباً مع المجموعتين الأولى والثانية، على العكس من المجموعة الثالثة التي يرتفع معدل امتصاصها مع ارتفاع درجات الحرارة، لذا فإننا نبدأ الحمام بدرجات الحرارة المنخفضة لتحقيق أعلى درجة تسوية ممكنة ونرفع درجة الحرارة شيئاً فشيئاً وصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة.

٣-٤- تأثير عوامل التسوية: لمواد التسوية أهمية كبيرة في الحمام الصباغي لتحقيق عملية صباغة متجانسة، ويمكننا فهم دورها من خلال فهمنا لآلية العملية الصباغية، إذ تتم عملية انتقال الصباغ من المحلول للألياف عبر مرحلتين أساسيتين:

- هجرة الصباغ من المحلول حتى سطح الألياف .
- انتشار الجزيئات الصباغية باتجاه عمق الألياف.

فالأصبغة العالية معدلات الانتشار تستطيع تحقيق تسوية وتجانس ذاتي بعد بعض الوقت لحركتها المستمرة، في حين تحتاج الأصبغة ذات معدلات الانتشار المنخفض مواداً تساعدها على رفع معدلات التجانس عبر عدة آليات من أهمها:

أ- عوامل التسوية المؤخرة: وتتوزع في فئتين أساسيتين: فمنها ما يتم امتصاصه من قِبل الألياف، ومنها ما يرتبط بالصباغ، فالفئة الأولى تمانع من الارتباط السريع لجزيئة الصباغ بالألياف، والفئة الثانية تحد من سرعة تحرك الجزيئة بما يهيء من شروط عملية بناءٍ أكثر انتظاماً، وأهم ما يعيب هذه المجموعة تسببها بفقدان ما يقارب ١٠-٢٠% من الصباغ، ونجد منها الشاردي الموجب واللاشاردي .

ب- عوامل التسوية المعيقة على البارد: ويقوم مبدأ عملها على دورها المعيق بشروط درجات الحرارة المنخفضة والذي يتخامد مع ارتفاع درجة الحرارة ونكون آنئذٍ قد حصلنا على مستوى التسوية المطلوب.

جـ- عوامل التسوية غير المؤخرة: ويقوم مبدأ عملها على التفاعل مع الجزيئات الصباغية الضعيفة الانحلال بالماء لتشكيل جملة أكثر انحلالاً، وبالتالي أكثر قدرةً على التحرك والانتشار.

د- عوامل التسوية المشتتة والمحسنة للانتشار: ويقوم مبدأ عملها على منع تجمع الأصبغة بحالتها المرجعة، وبالتالي رفع قدرتها على الانتشار والتغلغل.

٣-٥- طرق تطبيق أصبغة الأحواض: وبناءً على فهمنا لآلية العملية الصباغية، وثباتيات الهيدروسلفيت فقد أمكن وضع ثلاث تقنيات صباغة مختلفة:

- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو.
- طريقة مركب الليكو الحمضي.
- طريقة البيغمنت.

كما تم تصنيف أصبغة الأحواض لخمس مجموعات بحسب الشروط الأمثل لتطبيقها: درجة الحرارة، نسبة الملح، نسبة القلوي أو الهيدروسلفيت...

٣-٥-١- مجموعات أصبغة الأحواض التطبيقية:

- المجموعة الأولى: تحتاج لدرجات حرارة من ٢٠ حتى ٣٠°م، ولكميات بسيطة من الصود الكاوي، وإضافات ملح محدودة.

- المجموعة الثانية: تحتاج لدرجات حرارة من ٤٠ حتى ٥٠°م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

- المجموعة الثالثة: تحتاج لدرجات حرارة ٦٠°م، ولكميات أعلى من الصود الكاوي ودون الحاجة للملح.

- المجموعة الرابعة: تحتاج لطرق تحضير حمام خاصة إضافة لضرورة وجود بعض العوامل المبعثرة لمنع تجمعها على بعضها البعض، ولا نحتاج معها للملح إذ يستنفذ حمامها كاملاً بالدرجة ٥٠°م، ويتمايز أفرادها عن بعضهم البعض بقدر احتياج كل منهم للصود الكاوي.

- المجموعة الخامسة: ومعظم أفرادها من الأصبغة السوداء التي تحتاج لدرجة حرارة ٨٠°م، وكميات كبيرة من الصود الكاوي دون الحاجة للملح.

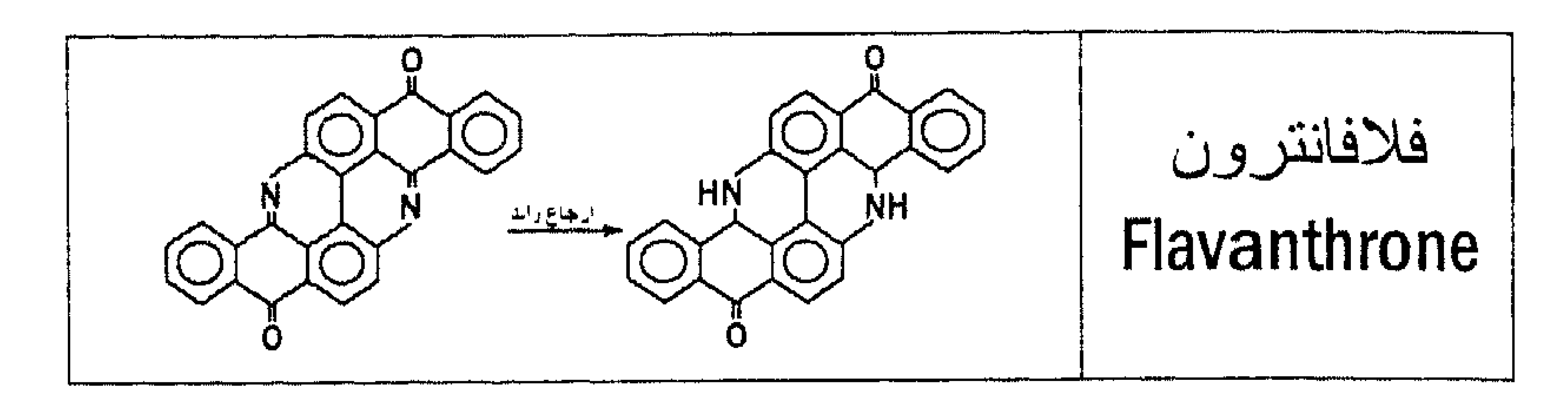
٣-٥-٢- طريقة الملح الصوديومي الذائب لمركبات الليكو: تقوم هذه الطريقة على إضافة هيدروسلفيت الصوديوم مع ماءات الصوديوم للصباغ مباشرةً بحيث تبدأ عملية امتصاص الأصبغة مع بدء عملية الصباغة نفسها، وعلينا الأخذ بالشروط المثلى لتطبيق العملية الصباغية استدراكاً لأخطاء قد نقع بها مثل:

أ- ظاهرة التملح " Salted – out ": وتحصل لبعض الأصبغة عند ارتفاع نسبة شوارد الصوديوم في المحلول لذا لا يمكننا تطبيقها من حماماتٍ عالية التركيز، أو ذوات نسب حماماتٍ منخفضة.

ب- ظاهرة التحلل الإرجاعية " Over – reduction ": يتأثر صباغ الاندانترين الأزرق RS مثلاً للإرجاع الزائد بفعل ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الهيدروسلفيت ونقصان ماءات الصوديوم ويتجه ظله نحو الاحمرار كونه يحوي في حلقاته آزوتاً واحداً وأربعة مجموعات كربونيل لا نحتاج إلا لإرجاع اثنتين منها فقط.

جـ- ظاهرة فقدان الهلجنة الإرجاعية " Dehalogenation ": إذ تُكَوِن بعض الأصبغة بفعل شروط التشغيل القاسية مركبات ليكو غير ذوابة وبالتالي غير قادرة على الدخول في العملية الصباغية ما يُفقدنا بعضاً من الصباغ، وبالتالي تغير اتجاه اللون لدرجة تزيد أو تقل بقدر ابتعادنا عن الشروط المثالية للعمل.

د- ظاهرة تغير التركيب الإرجاعية " Molecular rearrangemenet ": ونجد هذه الظاهرة مع أصبغة الفلاڤنترون Flavanthron التي تعطينا لوناً بنياً مخضراً بسبب تشكل هيدرات الفلاڤنترون بشروط درجات الحرارة العالية وعلى الشكل:



٣-٥-٣- طريقة الليكو الحمضي: تحضر الأصبغة بهذه الطريقة على شكل معلقات مبعثرة في الماء بطريقة إرجاع الصباغ بالهيدروسلفيت وماءات الصوديوم، ومن ثم معادلة القلوي الزائد وفق المعادلة:

ONa / ONa ⇌ OH / OH	طريقة الليكو الحمضي

ويتميز المركب الناتج بسهولة ذوبانه بالوسط القلوي ، ويكون الليكو الحمضي عادةً على شكل حبيبات صغيرة معلقة مع مواد مبعثرة وحافظة تحافظ على سلامة المعلق وتمنع تجمع حبيباته لوجود ملح متشرد يرفع عمر المعلقات لأسابيع.

والليكو الحمضي ليست له قابلية للألياف السيليلوزية، ولكنه يتحول للملح الذواب بتأثير القلوي والمواد المرجعة بعد امتصاصه على الخامة، لذا يمكننا استخدامه بعد غمر الخامة به للوصول إلى درجة التسوية المطلوبة حيث تبدأ عمليات الإرجاع والأكسدة وصولاً لصباغة متجانسة.

٣-٥-٤- طريقة البيغمنت: انتشرت هذه الطريقة بشكلٍ واسعٍ وبخاصةٍ في الطرق المستمرة، إذ يتم توزيع الجزيئات الصباغية بحالتها الأصلية أولاً لنضمن تسويتها العظمى والممكن تحصيلها عندما يكون طحن الجزيئات الصباغية وتحضيرها غروياً كما هو حال أصبغة Colloisol: BASF والتي تصل بأقطار حبيباتها حتى ٢-١٠ ميكرون، ثم نبدأ بإضافة العامل المرجع وماءات الصوديوم لتبدأ العملية الإرجاعية بالمكان ولتتبعها العمليات التالية من الشطف والأكسدة بعد التحقق من الوصول لعمق واتجاه اللون.

٤- الأكسدة: تتأكسد معظم أصبغة الأحواض بمجرد عصرها وغسلها وتعريضها للهواء، في حين تحتاج بعض الأصبغة لشروط أكسدة أكثر قوة تضطرنا معها لاستخدام كيماويات كفوق الأكاسيد والهيبوكلوريت والبيكرومات... وقد تؤدي شروط الأكسدة القوية لظاهرة فوق الأكسدة التي تخفض من درجة زهاء اللون عند استخدام البيكرومات ما يوجب علينا التعامل مع مرحلة الأكسدة بحذرٍ وبمؤكسدٍ مناسب.

٥- التصبين: تهدف عملية التصبين إلى التخلص من الصباغ الزائد على سطح الألياف والتي لم تتمكن من الاختراق خلال العملية الصباغية، وبالتالي فإنها تهدف لرفع الثباتيات جميعها ولدرجة زهاء اللون بسبب تبلور جزيئات الأصبغة عبر عملية التسخين وبالتالي رفع درجة انعكاس الضوء الساقط عليها كما بينت أشعة X، وكلما ارتفعت درجة حمام التصبن قل الزمن اللازم لإنجاز عملية التبلور لذا فإننا نطبقها عند درجة حرارة الغليان وبوجود منظف بوسطٍ قلوي من كربونات الصوديوم.

تطبيق أصبغة الأحواض " السولانترين " بطريقة شركة ICI

سنعرض لمبادئ تطبيق أصبغة السولانترين لشركة ICI كمثالٍ عملي لتطبيق أصبغة الأحواض:

١- مقدمة: تستخدم أصبغة السولانترين كأصبغة أحواض مع الألياف السيليلوزية أي القطن، الكتان، حرير الفيسكوز ومزائجهم، ونجدها عادةً على شكلين اثنين:

أ- مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون السائلة: مجموعة ذات قدرات تبعثر عالية وتستوجب منا حمايتها من التجمد، تناسب تجهيزات الوزن الآلية وتقنيات البعثرة السريعة للاستخدامات الفورية، كما تناسب آلات الصباغة ذات معدلات التدفق العالية لانخفاض رغوتها وإمكانية استخدامها بالطرق المستمرة.

ب- مجموعة أصبغة السولانترين والكالدون الميكروية: مجموعة ذات قدرة تبعثر عالية بالماء بالتحريك العادي عند درجة حرارة ٤٠ – ٥٠°م أو بعجنها مع الماء الدافئ أو البارد قبل تمديدها، وتتميز عموماً بسهولة تداولها ووزنها مع تشكل أصغري للغبار أولاً، وثبات معلقها ما يؤهلها لأن تناسب طرق صباغة البيغمنت بالطرق المتقطعة أو المستمرة ثانياً.

٢- تصنيف الأصبغة: تصنف أصبغة السولانترين في ثلاث مجموعات بحسب شروط التطبيق التالية بطريقة الاستنزاف:

١. درجة الحرارة التي تحقق المردود الأعظمي.
٢. تراكيز أو كميات ماءات الصوديوم والهيدروسلفيت اللازمة.
٣. تأثير إضافة الملح على معدلات الاستنزاف.

أي أنه يمكننا جدولتها على الشكل المبين في الجدول ٩٩:

الجدول ٩٩

مجموعة الصباغ	درجة الحرارة المئوية العظمى	درجة قلوية الحمام	إضافة الملح	الطريقة
مجموعة أصبغة السولانترين *Solanthrene: ICI*				
عالية الألفة	٥٥-٧٥	عالية	لا يلزم	١
اللون الأسود	٦٠-٧٥			١ خاصة
متوسطة الألفة	٥٠	متوسطة	يُفضَل	٢
منخفضة الألفة	٢٠-٣٠		يلزم	

ولا توجد حدودَ فصلٍ دقيقة بين معظم الأصبغة للحصول على المردود الأعظم لذا فإن الطريقة الأمثل عند العمل مع مجموعة مركبة من الأصبغة الأخذ بالطريقة الملائمة للمكون الأكبر منها.

ويتغير اللون بتغيير نسبة ماء الحمام لاختلاف كمون الإرجاع فيما بين الحالتين، أما تأثير الملح فإنه أقل أهمية بالنسبة لخواص التسوية عموماً إلا مع الألوان الغامقة.

٣- مبادئ الصباغة:

٣-١- عموميات: كما سبق وذكرنا فإن أصبغة الأحواض أصبغة غير ذوابة

بالماء لِذا لا بد لنا لاستنزافها من تحويلها لمركبٍ ذواب عبر عملية إرجاعها بالهيدروسلفيت بوسط قلوي لنحصل على مركب الليكو ذي اللون المغاير للون الصباغ الحقيقي والذي لا يمكننا الوصول إليه إلا عبرَ عمليةِ أكسدة، وترتبط قدرات الحمام الإرجاعية كثيراً بتهويته بدرجات الحرارة التي تزيد عن ٧٠-٩٠°م ما يضطرنا لإجراء اختبار بورق الأحواض الأصفر أثناء عملية الصباغة والذي يجب أن يعطينا لوناً أزرقاً ملكياً غامقاً خلال ١-٢ ثانية في عينة من محلول الحمام لا يلبث أن يتحول ببطء إلى اللون الأخضر الغامق، ومن الضروري الالتزام بنسب تركيب الوسط المرجع بحيث يضاف ١.٢ ليتر محلول ماءات الصوديوم ٣٧ بوميه لكل ١ كغ هيدروسلفيت الصوديوم.

٣-٢- نوعية الماء: من أساسيات بناء الحمامات الصباغية استخدام الماء اليسر وإلا يتوجب علينا الاستعانة بعوامل التحلية الملائمة، ويتوجب علينا عند صباغة القطن الخام رفع نسبة عوامل التحلية المضافة بقصد تشكيل معقدات مع شوارد الكالسيوم والمغنزيوم التي تستنزف من هذه الغزول باتجاه ماء الحوض، كما يتوجب الانتباه إلى أن الماء وبخار الماء يستنزف بعض الشوارد المعدنية كشوارد الحديد من الأنابيب والتجهيزات التي نعمل من خلالها ما يوجب علينا التعامل مع أفضل التجهيزات أولاً وأخذ الحيطة باستخدام عوامل التحلية ثانياً.

٣-٣- تحضير الحوض: يستخدم لبعثرة ٢ جزء من أصبغة السولانترين الميكروية وبدرجة حرارة ٥٠-٦٠°م مائة جزء من الماء اليسر مع ٦.٢٥ جزء من محلول ماءات الصوديوم ٣٨ بوميه مع نثر وتحريك ٢.٥ جزء من الهيدروسلفيت، وتُحَرَك بلطف لمدة ١٠ دقائق مع المحافظة على درجة الحرارة.

وعند حل لون مركب من مجموعة أصبغة فإننا نأخذ بطريقة المكون الأكبر نسبة تداركاً للوقوع بأخطاءٍ قد نقع بها مثل تفاعلات نزع الهالوجين، الحلمهة، ترسب أو تبلور الأصبغة في طور محلول الليكو.

كما يُستحسَن إضافة جزء أو أكثر من ماءات الصوديوم والهيدروسلفيت لحوض الصباغة كما تبين الجداول ٩٨، ٩٩، ١٠٠ تداركاً لأي فعل أكسدة قد يقع أثناء العمل، ويُستحسَن تصفية مواد الحمام عبر منخل ناعم ضمانةً لمحلول ليكو ممتاز.

٣-٤- طريقة البيغمنت الأولي: ونلجأ لهذه الطريقة على البارد أو الساخن عادةً عند احتمال حصول أخطاء بطريقة العمل أو المواد كماً ونوعاً وذلك بغية الوصول لمستويات التسوية العليا بضمان التبعثر الجيد لأصبغة السولانترين قبل إضافة ما يلزم من الهيدروسلفيت والصود الكاوي.

٣-٥- الكهرليتات: يستخدم ملح غلوبر أو ملح الطعام لرفع معدلات استنزاف المجموعة الثانية وبخاصة عند ارتفاع نسبة الحمام، ويستحسن العمل مع ملح غلوبر لاحتواء ملح الطعام بعض شوارد الكالسيوم والمغنزيوم...، وتتم إضافة دفعة الملح الأولى والتي قد تكون ٢٥ - ٣٠% من كامل كمية الملح بعد مرور ثلاثين دقيقة على الصباغ في مرحلة الليكو كونها تؤدي لارتفاع ملحوظ في رفع معدلات الاستنزاف.

٣-٦- العوامل المبللة: إن لإضافة العوامل المبللة أهميةً كبيرةٍ جداً في تحقيق المستويات العليا من التسوية من خلال التشرب المنتظم للأصبغة على الخامة أولاً وعلى رفع معدلات الامتصاص ثانياً، وعلينا المحافظة على الحدود الدنيا من الرغوة تجنباً لحدوث الأكسدة السطحية ولتشكل الزبد، كما يتوجب علينا تجنب المبللات اللاشاردية كونها تؤدي لكبت أو تخميد أصبغة الأحواض.

٣-٧- عوامل التسوية: يستلزم العمل مع الأصبغة العالية الألفة كأصبغة المجموعة الأولى إضافة بعض عوامل التسوية التي تخفض من سرعة استنزاف الأصبغة في المراحل الأولى للعملية الصباغية دون أن تؤثر في النهاية على مردود العملية ككل.

٤- عملية الأكسدة:

٤-١- المعالجة الأولية: تتم المعالجة الأولية بعد إنهاء الحمام الصباغي

القلوي الحاوي على مركبات الإرجاع لنتبعه بحمام شطف للتخلص من الأصبغة والكيماويات الزائدة وغير المستنزفة، وغالباً ما يُعتبَر حمام الشطف الأولي المرحلة الأولى لحمام الأكسدة.

٤-٢- كيماويات الأكسدة: غالباً ما يتم الاعتماد على المركبات الأكسجينية لإجراء عملية الأكسدة، مثل بربورات أو فوق كربونات الصوديوم، الماء الأكسجيني، ويرتبط اختيارنا للعامل المؤكسد بالتجهيزات والتوابع والكلفة، وترتبط كمية العامل المؤكسد اللازمة بـ :

١. درجة عمق اللون.
٢. فعالية أو مردود مرحلة الشطف.
٣. نسبة الباقي على القماش من الحمام الصباغي.

وتتبع أهمية المؤكسدات المذكورة من فعاليتها على أساس التراكيز في الجدول ١٠٠:

الجدول ١٠٠

تراكيز المؤكسدات اللازمة بحسب أصبغة السولانترين لشركة ICI

العامل المؤكسد	غاسل مستمر		الونش		الآلات الدوارة		الجيكر	
	غ/ل أو مل/ل	درجة منوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية	غ/ل أو مل/ل	درجة مئوية
ماء أكسجيني ١٣٠%	٣-٢	٦٠-٥٠	١-٠.٥	٥٠	٣-٢	٥٠	٥-٣	٦٠-٥٠
	٢-١				٢-١		٢	
بربورات الصوديوم	٥-٣	٧٠-٦٠	١.٥-١		٣-٢		٥-٣	٦٠
هيبوكلوريت الصوديوم					١٠	٢٠	٢٠	٢٠

تتم المعالجة بالكيماويات المؤكسدة عادةً لمدة ١٥ ـ ٢٠ دقيقة على آلات: الجيكر، الونش وغيرها ، وحسب درجة الحرارة الواردة في الجدول السابق.

٥- التصبين: يتم إنهاء المعالجة بأصبغة الأحواض بإجراء حمام تصبين عند درجة حرارة الغليان لنزع بقايا الأصبغة من سطح القماش وبالتالي رفع درجة نقاء اللون والثباتيات عبر عمليات التبلور التي تجري بشروط درجة حرارة الغليان.

٦ـ **صباغة الغزول:** سنتكلم هنا عن صباغة الغزول بثلاث طرق: طريقة الليكو، طريقة درجات الحرارة العالية، طريقة نصف البيغمنت.

٦ـ١ـ صباغة الغزول بطريقة الليكو: يتم تحضير وتخمير الحوض لمدة ١٠ دقائق وبدرجة حرارة ٥٠ ـ ٦٠°م قبل إضافته للآلة، ويؤخذ بتراكيز الهيدروسلفيت وماءات الصوديوم من جدول التراكيز، إذ يضاف للآلة أولاً العامل المبلل ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى الغليان لطرد الهواء من الحوض ونستمر على ذلك مدة ١٠ دقائق نتبعها بالتبريد حتى نصل لدرجة حرارة الحمام المطلوبة.

يُصَفى محلول الليكو ويضاف للآلة على دفعتين أو أربع وعلى الاتجاهين: من الداخل للخارج ومن الخارج للداخل للآلات المزودة بهذا النظام، ومن الأفضل التحكم باتجاه تدفق السائل بحيث يبدل اتجاهه كل ٢ـ٣ دقائق لمدة ١٥ دقيقة يصبح بعدها التبدل كل ٤ دقائق لتتابع الصباغة لمدة ١٥ـ٦٠ دقيقة ـ حسب درجة عمق اللون ـ وبحيث تتم إضافة محلول الملح على دفعات: أولها بعد ٣٠ دقيقة من بدء زمن الصباغة وبحيث تعادل ٢٠ ـ ٢٥% من كامل كمية الملح، ونزيد هذه الكمية شيئاً فشيئاً حتى إنهاء الحمام.

٦ـ٢ـ صباغة الغزول عند درجات الحرارة العالية: تطبق هذه الطريقة التي تجري عند درجة حرارة ٨٠°م بقصد رفع درجة التسوية لحدودها العليا، ويُنصَح بها عند صباغة القطن الممرسز أو حرير الفيسكوز، وتتميز بعدم ضرورة تبريد الحمام عند انتهاء عملية الصباغة برغم أن بعضهم يُفضل التبريد حتى ٥٠°م حسب الطريقة رقم ٢ الخاصة بالألوان الغامقة على غزول القطن غير الممرسز للوصول لأعلى درجة عمق لون ممكنة.

وتتم إضافة ٢ـ ٥ غ/ل نتريت الصوديوم أو غلوكوز لحوض الصباغة عند العمل مع أصبغة حساسة لفوق الإرجاع وقبل وصول الحمام حتى الدرجة ٦٠°م، وأخيراً نشطف ونؤكسد.

٦ـ٣ـ صباغة الغزول بطريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة طرق الصباغة الآلية خاصةً حيث تتم جميع الإضافات على البارد وعند البدء،

وتكمن ميزات هذه الطريقة في بطء معدلات إرجاع حوض الصباغة على البارد، وأيضاً بطء الاستنزاف الصباغي بما يفسح المجال لتجانس توزع الأصبغة على كامل الغزل وقبل أي استنزاف، ويمكننا توصيف هذه الطريقة عموماً بالخطوات:

١. نضيف كمية ماءات الصوديوم - الجدول ٩٨ - وندور الحمام لمدة ١٥-٢٠ دقيقة.
٢. نضيف الصباغ المبعثر جيداً بعد تصفيته ويدور.
٣. نضيف الملح بحسب الجدولين ٩٨، ٩٩ ويدور ثلاث دورات على الأقل.
٤. نتابع عملية الصباغة لمدة ٢٠ دقيقة.
٥. نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١ درجة / دقيقة.
٦. نتابع الصباغة لمدة ٢٠ - ٣٠ دقيقة حتى الوصول للاستنزاف والتسوية العاليتين.
٧. نشطف في النهاية ونؤكسد.

ملاحظات :

- تتم جميع الإضافات عبر المرحلتين: من الداخل للخارج وبالعكس.
- ترفع درجة حرارة الحمام حتى ٧٥-٨٠°م أثناء المرحلة النهائية للصباغة لتحقيق أعلى درجتي تخريق وتسوية ممكنتين.
- تُرفع درجة حرارة الحوض حتى ٧٥ - ٨٠°م للألوان الغامقة - فوق ٣% - لتتحقق أعلى ثباتية احتكاك ممكنة.
- تتم إضافة نتريت الصوديوم أو الغلوكوز بنسبة ٢ - ٣ غ/ل وبدرجة حرارة ٧٥ - ٨٠°م للأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع.
- تضاف العوامل المؤخرة قبل إضافة الهيدروسلفيت.

وعلينا إحكام عملية لف الغزول ليكون ضخ السائل من خلالها ضخاً نظامياً عند الدرجة ٢٠-٣٠°م ومن ثم ترفع درجة الحرارة حتى ٤٠-٤٥°م ليضاف

محلول الهيدروسلفيت بنسبٍ صغيرة وخلال زمن ٣٠-٤٠ دقيقة - الزمن الأطول للألوان الفاتحة - عبر مضخة خاصة لمحلول الهيدروسلفيت يمكننا التحكم بغزارتها وممزوجاً مع ١٠% من كامل كميات ماءات الصوديوم.

٦-٤- صباغة الغزول بطريقة البيغمنت عند درجات الحرارة العالية:

تُستخدَم هذه الطريقة فقط مع الغزول الثقيلة التي يصعب تدفق السائل من خلالها بشروط درجات الحرارة المنخفضة، إذ تجري مرحلة الصباغة بالبيغمنت قبل إضافة القلوي عند الدرجة ٨٠°م لضمان الوصول لمعدلات التدفق العالية حيث ترتفع نسبة صباغ البيغمنت المستنزفة داخل الألياف وبصورة منتظمة بسبب ازدياد تبعثر البيغمنت عند درجات الحرارة العالية، وتتم السيطرة على كامل العملية من خلال التحكم بإضافة القلوي، ويمكننا توصيف هذه الطريقة بسلسلة الخطوات:

١. نرفع حرارة الحمام حتى ٦٠°م مع المحافظة على درجة تبعثر الأصبغة ثم حتى ٨٠°م بمعدل ٢°م/د.
٢. نبرد حتى ٦٠ - ٧٠°م.
٣. نضيف محلول ماءات الصوديوم اللازم.
٤. نضيف هيدروسلفيت الصوديوم.
٥. نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة نتبعها بإضافة الملح.
٦. بعد الانتهاء نشطف ونؤكسد.

ملاحظات:

- تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص مع الألوان الفاتحة حتى الوسط.
- قد نلجأ لتبريد الحمام حتى ٥٠°م ولمدة ١٥ دقيقة لرفع نسبة الاستنزاف وفق طريقة الصباغة ٢.
- تتم إضافة نتريت الصوديوم أو الغلوكوز بمعدل ٢- ٥ غ/ل مع الأصبغة الحساسة لفوق الإرجاع عندما تتم عملية الإرجاع خارج المجال ٧٠ - ٨٠°م.

٦-٥- الشطف والأكسدة: علينا التنويه أولاً بوجوب إجراء جميع معالجات الشطف وفق الاتجاهين، ونحتاج عموماً لما يقارب ٢-٤ حمامات شطف

لخفض درجة القلوية حتى pH:9-10 من أجل كيماويات الأكسدة.

وعلينا استخدام الماء اليسر في عمليات الشطف وتجنب الوصول لمحلول الليكو الحمضي عند انخفاض درجة القلوية عن ١٠ خوفاً من تشكل رواسب غير منحلة تخفض من ثباتية الغزول على الاحتكاك في نهاية العملية الصباغية، ويُستحسَن إضافة بعض ماءات الصوديوم وهيدروسلفيت الصوديوم بمعدل ١غ/ل في حمام الشطف الأول لتجنب ترسب البيغمنتات على سطح الغزل وخاصة مع الألوان الغامقة، وتضاف كيماويات الأكسدة حسب ما ورد في الفقرة ٤ ونصبن حسبما ورد في الفقرة ٥.

٧- الصباغة على الجيكر:

٧-١- الطريقة العامة والمبادئ: نبدأ بالأهمية مع خياطة الأثواب بانتظام وقوة، ويستحسن وضع قطعة قماش إضافية في بداية ونهاية البضاعة لنتمكن من حمام منتظم على كامل القماش الواجب تلقيمه بطريقةٍ لا تكسير أو تجعد معها، إضافة لضرورة أن تكون الحواشي منتظمة فوق بعضها البعض طوال فترة الحمام الصباغي منعاً لدخول الهواء على أحد أطراف القماش وبالتالي أكسدتها باكراً وتلونها بلونٍ مختلف.

وعلينا قبل البدء بحمام الصباغة تحضير البضاعة بشكلٍ جيد عبر عمليات الغسل والتبليل وضبط نسبة الحمام ٤/١ للوصول لأقل درجة تباين في اللون على امتداد طول القماش، والتأكد من تمام التخلص من آثار شوارد الكالسيوم والمغنزيوم تداركاً لأي ترسب لمحلول الليكو.

ويتطلب تحضير الحمام الأبيض درجة حرارة الصباغة مع ماءات الصوديوم والهيدروسلفيت حسب الجدول ١٠١ مع مبلل ومنظف، لذا ندور الجيكر بعد إضافة هذه المواد للوصول لتجانس توزع هذه المواد وإزالة بقايا الماء الأكسجيني ووصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة لنبدأ بإضافة الصباغ المُرْجَع على مدى دورتين أو أكثر حسب طول القماش.

ندور ٦-٨ دورات ولمدة ٤٥ ـ ٦٠ دقيقة بدرجة حرارة ثابتة ونتابع اختبار شروط العمل للتحقق من ثباتها باستمرار عبر ورق الأحواض الأصفر

ونضيف ما يلزم من القلوي والهيدروسلفيت في حال نقصهما، وأخيراً نفرغ الحمام " دون توقف حركة الجيكر" ونشطف بالماء البارد دورتين إلى أربعة حسب درجة عمق اللون، ثم نشطف ونؤكسد.

٧-٢- طريقة البيغمنت الأولية: تلائم هذه الطريقة البضائع السميكة والتي تحتاج لمعدلات تخريق عالية يمكننا معها تشريبها الصباغ على شكل بيغمنت على البارد عبر عملية تحضير، ويمكننا توصيف الطريقة بعد غلي وتبييض القماش على الشكل:

الدورة ١: نملأ الحمام حتى ٧٠% من الحجم النهائي المطلوب، ونضيف نصف الصباغ المبعثر جيداً ونرفع درجة الحرارة حتى ٨٠°م وندور حتى الرأس الآخر.

الدورة ٢: نضيف نصف الصباغ الآخر ونبعثره بالماء وندور عند ٨٠°م حتى الرأس الآخر.

الدورة ٣: نستكمل بالماء البارد حتى وصول درجة الحرارة حتى ٦٠°م، ونضيف ثلث كمية القلوي وثلثي الهيدروسلفيت وندور دورة واحدة.

الدورة ٤: نضيف باقي القلوي والهيدروسلفيت وندور عند الدرجة ٦٠°م.

الدورات ٥ - ٨: نتابع عملية الصباغة عند الدرجة ٦٠°م حسب درجة عمق اللون، وأي إضافة للملح يجب أن تتم وفق طريقة الصباغة ٢ للألوان الغامقة، وتتم إضافتها على دفعتين في الدورتين ٧ و٨.

الدورتان ٩ - ١٠: نشطف بالماء البارد " شطف جاري" قبل إضافة كيماويات الأكسدة ونتبعها بعملية تصبين.

٨- الصباغة على آلات الونش والأوفر فلو والجت: تتم الصباغة على هذه الآلات بطريقتي نصف البيغمنت والبيغمنت الساخنة.

٨-١- طريقة نصف البيغمنت: تلائم هذه الطريقة آلات الأوفرفلو، إذ ندور القماش عند أقل درجة حرارة ممكنة بعد بعثرة الصباغ مع ماءات الصوديوم وقبل إضافة الهيدروسلفيت اللازم للإرجاع، وتتم مراقبة معدلات الصباغة البطيئة أثناء الحمام البارد، ويمكننا توصيف هذه الطريقة على الشكل:

١- نبدأ الحمام عند الدرجة ٢٠ °م بماء يسر يحوي عوامل تحلية وكربوكسي ميتيل سيليلوز بمعدل ٠.٢٥ - ٠.٣ غ/ل وندور لمدة ١٠ دقائق.
٢- نضيف كمية ماءات الصوديوم اللازمة والممددة بماءٍ يسر، ويستحسن إضافة عوامل تسوية للألوان الفاتحة.
٣- نضيف كمية الصباغ اللازمة بعد بعثرتها بالماء الدافئ وندور لمدة ١٠ دقائق.
٤- نضيف كمية الهيدروسلفيت اللازمة بعد حلها وندور لمدة ١٠ دقائق نتبعها برفع درجة الحرارة بمعدل ١ °م/د حتى نصل للدرجة ٧٠ °م.
٥- نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة.
٦- نشطف ونؤكسد ونغلي.

٨-٢- طريقة البيغمنت الساخنة: تفضل هذه الطريقة عند الصباغة على آلة الجت حيث نحتاج لدرجة مرونة جيدة لتحقيق دوران أمثل، إذ يتم تدوير البضاعة عند درجة حرارة ٨٠ - ٨٥°م ونضيف ماءات الصوديوم والصباغ المبعثر قبل إضافة الهيدروسلفيت، وتتميز هذه الطريقة بتسويتها العالية، ويمكننا توصيفها على الشكل:
١- نبدأ الحمام عند ٤٠°م مع الماء اليسر الحاوي ما يلزم من عوامل التحلية وندور ٥ دقائق.
٢- نضيف القلوي اللازم المذاب بالماء اليسر ونضيف عوامل التسوية حسب اللزوم.
٣- نضيف كمية الصباغ بعد بعثرتها بالماء الساخن وندور ١٠ دقائق.
٤- نرفع درجة الحرارة حتى ٨٠ - ٨٥°م وندور ١٥ دقيقة.
٥- نبرد الحمام حتى ٧٠°م " ٦٠°م للأزرق الضاوي " ونضيف الهيدروسلفيت بعد حله بماء الحمام وندور ١٠ دقائق.
٦- نتابع عملية الصباغة لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة عند هذه الدرجة من الحرارة.
٧- نشطف ونؤكسد ونصبن.

٨-٣- الأكسدة: يُستحسَن إجراء عمليات الشطف على آلة الأوفرفلو بشرط

المحافظـة علـى الـدوران المتواصـل للبضــاعة واسـتنزاف الحمــام كــاملاً وتدريجياً لمرتين أو ثلاثاً قبل إعادة ملئه بالمـاء اليسر ومراقبـة نسب الهيدرو بـورق الاختبـار الأصـفر وإضــافة ٠.٥ غ/ل هيدروسـلفيت لمنــع الأكسـدة السـطحية المبكـرة للأليـاف، وأخيـراً نضـيف كيماويـات الأكسـدة بعـد ضـبط درجة القلوية عند pH:10.

٩ـ تقنيات تحسين تسوية العملية الصباغية: تمتلك أصبغة الأحواض عندما تكـون فـي مرحلـة الليكـو ألفـةً عاليـة نحـو الأليـاف السيليلوزيـة، لِـذا فـإن ثمـة أساليب عدة متبعة لتحسين قدرتها على التسوية والتجانس، وأهمها :

١. استخدام تقنية البيغمنت.

٢. استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية والتحكم بدرجة الحرارة.

فاستخدام تقنية البيغمنت طبقت كما رأينا على الغزول والجيكر بصورة جيدة وتم شرحها بالتفصيل.

أمـا استخدام العوامل المؤخرة وعوامل التسوية فيهدف لخفض معدلات امتصاص الأصبغة بدايةً لتحسين هجرتها، وتستخدم هذه العوامل بتراكيزٍ تزداد بانخفاض تراكيز الصباغ وتنخفض بارتفاعها حتى أننا لا نحتاجها مع الغوامق بسبب لمفعول لخواص التسوية الأساسية العالية للأصبغة في مثل درجات عمق اللون هذه.

وتعزز الحرارة هجرة وتخريق الصباغ عند ٨٠ ـ ٨٥°م، ونلجأ لدرجات الحرارة المنخفضة عند الأخذ بطريقة نصف البيغمنت حيث تتخذ الأصبغة شكل الليكو ببطء لتستنزف داخل الألياف السيليلوزية، في حين نلاحظ أنه وبمحاليل الليكو العالية التركيز بعض المشاكل الناجمة عن ضعف انحلال محلول الليكو، وبتبلوره في حمام الإرجاع البارد ما يجعلنا نفضل الصباغة على البارد بطريقة خزان أصبغة الأحواض.

١٠ـ تعرية أصبغة الأحواض: يمكننا تعرية أصبغة الأحواض جزئياً بحيث تصـبح ألوانـاً فاتحـة يمكننـا إعـادة صـباغتها بوجـود عوامـل تسـوية ملائمـة، ويتـألف حمـام الإرجـاع الأبـيض مـن مـاءات الصـوديوم مـع هيدروسـلفيت

الصوديوم أو بولي ڤينيل البيريليدون بتركيز ١-٢ غ/ل، ويستحسن تعرية الأصبغة بشكلٍ كامل من الحمام الأول منعاً لترسب الأصبغة على البضاعة.

١١- تراكيز العوامل المرجعة: تبين الجداول التالية كميات ماءات الصوديوم والهيدروسلفيت والملح التي تستلزمها مختلف العمليات الصباغية، وعندما نعمل بطريقة خزان الأحواض فإننا نضيف عوامل الإرجاع قبل الصباغ، ويتم طرح كمية ما يضاف للحوض من الكمية الكلية الواردة في الجداول التالية.

١١-١- خزان الأحواض: ويتم بنائه على النحو المبين في الجدول١٠١:

الجدول ١٠١

بناء خزان أحواض أصبغة السولانترين					
المادة	أصبغة سولانترين ميكروية أو ما يعادلها	وتتم بعشرتها	ماء	ماءات الصوديوم ٣٦° بوميه	هيدروسلفيت الصوديوم
جزء	١	مع	٥٠	٣.١٥	١.٢٥
ويترك الحوض عند درجة حرارة ٥٠°م لمدة ١٠-١٥ دقيقة					

١١-٢- الصباغة على الجيكر: تم وضع أرقام الجدول ١٠٢ بدراسات نظرية تعمدت الأخذ بأرقام أكبر تداركاً لأي عملية أكسدة قد تتم على الجيكر أثناء الصباغة وخاصة في أول دورتين.

الجدول ١٠٢

كميات الحمام الإجمالية على الجيكر لأصبغة السولانترين											
نسبة االصباغ الميكروي: %		١		٣		٥		٧		١٠	
نسبة الحمام للألياف		٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١	٣/١	٥/١
ماءات الصوديوم ٣٦° بوميه	الطريقة ١	٣٠	٢٥	٤٠	٣٥	٥٠	٤٢	٦٠	٥٠	٧٠	٦٠
	الطريقة ٢	٢٠	١٥	٢٦	٢٢	٣٨	٣٢	٤٨	٤٠	-	-
هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل		١٢	١٠	١٨	١٥	٢٥	٢٠	٣٠	٢٥	٣٥	٩٠
ملح طعام أو غلوبر: غ/ل		١٠	١٠	١٢	١٢	١٦	١٦	٢٠	٢٠	-	-

١١-٣- صباغة الغزول والصباغة على الجت: طُرِحَت الأرقام هنا على أساس نسبة حمام ١٠/١، لِذا يتوجب علينا استدراك هذه النسب برفعها عند انخفاض نسبة الحمام وخفضها عند ارتفاع نسبته، بالإضافة لاستدراك بعض العوامل الأخرى كالتهوية، ونرى هذه الأرقام في الجدول ١٠٣

الجدول ١٠٣

كميات الحمام الإجمالية على الجت لأصبغة السولانترين						
نسبة االصباغ الميكروي: %		١	٣	٥	٧	١٠
ماءات الصوديوم ٣٦° بوميه	الطريقة ١	١٧	٢٣	٣٠	٣٥	٤٠
	الطريقة ٢	١٠	٢٤	١٧	٢٠	-
هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل		٤	٥.٥	٧	٩	١٢
ملح طعام أو غلوبر: غ/ل		٨	١٣	١٨	٢٣	-

١١-٤- الصباغة على الونش: ونجد ما يخصه من أرقام في الجدول ١٠٤:

الجدول ١٠٤

كميات الحمام الإجمالية على الجيكر لأصبغة السولانترين											
نسبة االصباغ الميكروي		%١		%٣		%٥		%٧		%١٠	
نسبة الحمام للألياف		٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١	٢٠/١	٣٠/١
ماءات الصوديوم ٣٦° بوميه	الطريقة ١	١٧	١٠	١٨	١٣	٢٠	١٥	٢٥	١٨	٣٠	٢٢
	الطريقة ٢	٧.٥	٦	١٠	٧.٥	١٣	١٠	١٦	١٣	-	-
هيدرو سلفيت الصوديوم: غ/ل		٦	٦	٨	٧	٩	٨	١٠	٩	١٢	١٠
ملح طعام أو غلوبر: غ/ل		١٠	١٠	١٢	١٢	١٦	١٦	٢٠	٢٠	-	-

البحث الرابع

صباغة الألياف الصوفية بالأصبغة الحمضية

١- **مقدمة:** يُصبغ الصوف بعدة أنواع من الأصبغة: الحمضية، المعدنية المعقدة، وأصبغة فعالة يتم تطبيقها بوسطٍ حمضي مثل البروسيلان، وسنعرض هنا للأصبغة الحمضية بشكلٍ خاص.

٢ - **الأصبغة الحمضية:** يطلق على الأصبغة الحمضية هذا الأسم لسببين: أولهما أن أنواعها الأولى كانت تُطَبَق من حمام حمضي معدني أو عضوي، وثانيهما أن معظمها أملاح صوديومية لحمضٍ عضوي ترتبط شارسبته السلفونية أو الكربوكسيلية بزمرة الصوف الأمينية، وكان لا بد من تحضير الصباغ على شكل ملح صوديومي لحمض السلفون أو الكربوكسيل لقابلية الحمض الحر العالية على امتصاص الرطوبة ما يؤدي لمشاكل كبيرة تواجه عمليات الخزن من ناحية وصعوبة عزل الحمض الحر نفسه من ناحية أخرى.

٢-١- تصنيف الأصبغة الحمضية حسب البنية الكيماوية: تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب بنيتها الكيماوية على سبع مجموعات، وهي مشتقات: ثلاثي فينيل الميتان، الآزو وثنائي الآزو، النترو، الآزو بيرازولون، الانتراكينون، الفتالوسيانين، الإكسانتين.

٢-٢- تصنيف الأصبغة الحمضية بحسب التطبيق: تتوزع الأصبغة الحمضية بحسب شروط تطبيقها لثلاث مجموعات:

٢-٣-١- المجموعة الأولى: تتميز بضعف ألفتها تجاه الصوف ما يستوجب تطبيقها من درجة حموضة pH:2-3 وبالتالي لاستخدام حمضٍ قوي كحمض الكبريت ليصير استنزافها أعظمياً، ويطلق عليها اسم الأصبغة الحمضية المعلقة بسبب الحالة التي يتواجد فيها الصباغ في المحلول، وبسبب سهولة هجرتها من مكان لآخر والذي يرفع من تسويتها، وتتمتع هذه المجموعة بثباتية جيدة للضوء وضعيفة على الغسيل.

٢-٣-٢- المجموعة الثانية: وتتميز بألفة عالية جداً تجاه الصوف يستحسن معها الصباغة من حمام حمضي ضعيف pH: 5,2-6,2، ولا حاجة لاستخدام ملح غلوبر معها كونه يعزز الاستنزاف هنا بدلاً من إعاقته، وتتميز هذه المجموعة بثباتية جيدة على الغسيل ويعيبها تسويتها الضعيفة وميلها لتشكيل محلول غروي أكثر منه معلقاً.

٢-٣-٣- المجموعة الثالثة: وتتميز بألفة كبيرة تستوجب تطبيقها من حمامٍ معتدل، ويكون محلولها غروياً معلقاً في درجات حرارة منخفضة، ومع ارتفاع درجة الحرارة تصبح أقرب للمعلقة، وتعتبر تسوية هذه المجموعة ضعيفةً جداً، لِذا فإن تطبيقها يحتاج لقدر كبيرٍ من الدقة، وتستخدم هذه الأصبغة مع الأقمشة الواجب تلبيدها كونها جيدة الثباتية للضوء والغسيل.

٣ - العوامل المؤثرة على الحمام الصباغي:

٣-١- تأثير الحمض: خضع تفسير آلية عمل الحمض وتأثيره على العملية الصباغية لدراساتٍ كثيرة لم يُحسَم أيٍ منها بصورةٍ مطلقة، ومن أهمها:

إن آلية العملية الصباغية للنسج البروتينية بالأصبغة الحمضية تقوم على تشكيل أملاح مع الزمر الأمينية، إذ يحوي الصوف زمراً كربوكسيلية حمضية وزمر أمين أساسية، وبالتالي فإنه مادة مذبذبة، وتجذب المجموعة NH_3^+ الموجودة بالصوف شاردة الصباغ السالبة وفق التفاعل:

$$\text{-------}NH_3^+ + D^{-} \longrightarrow \text{------}NH_3D$$

ارتباط زمر أمين الصوف بشاردة الصباغ الحمضية

وتفسير آخر على أن الحمض يحرر الصباغ من شكله الملحي لشكله الحمضي الحر، ونُقِضَ هذا التفسير بأن الحاجة للحمض المضاف أكبر من الحاجة لتحرير الجزيئات الصباغية.

وتفسير لهاردت وهارويس يقول أن كل غرام صوف يحتاج لـ ٠.٨ - ٠.٨٥ ميلي مول حمض، وهذا ما ينطبق على أصبغة زمرة السلفون الواحدة أما الزمرتي سلفون فإن امتصاص الصباغ ينخفض إلى النصف.

وتفسير أخير لآليد يقوم على أن الحمض يعطي بتشرده شارجبة تتجه باتجاه الزمرة الكربوكسيلية السالبة وشارسبة تتجه نحو الزمرة الأمينية الموجبة، وبإضافة الصباغ ومع الزمن يتم استبدال شارسبة الحمض بشارسبة الصباغ، وهو تفسير معقول جداً في حالة المجموعتين الأولى والثانية، في حين يقوم ارتباط المجموعة الثالثة التي يتم تطبيقها من حمام معتدل على جملةٍ من القوى الفيزيائية مثل الروابط الهيدروجينية وروابط ڤاندرفالس إضافة للقوى اللاقطبية.

٣-٢- تأثير الكهرليت: استخدم ملح غلوبر مع الأصبغة الحمضية كعامل تسوية كونه يملك فعلاً معيقاً بدرجات الحموضة العالية، وقد وجد أن لكل صباغ قيمة pH حرجة يسلك الملح فوقها سلوكاً معاكساً إذ يعزز الاستنزاف بدلاً من أن يعيقه، وهكذا يُعتبر ملح غلوبر تسوية للمجموعة الأولى والثانية، ومعزز استنزاف مع المجموعة الثالثة، فإن اعتبرنا أن المراكز الفعالة الموجبة في الصوف هي W^+ وأضفنا ملح غلوبر فإن المراكز الفعالة سترتبط بشارسبة الكبريتات، ويدخل الصباغ في تنافس مع شارسبة الكبريتات لإزاحتها والارتباط بدلاً عنها:

$$2\,W^{+} + SO_4^{--} \rightarrow 2WSO_4 + 2\,D^{-} \leftrightarrow 2\,WD + SO_4^{--}$$

إضافة الملح   إضافة الصباغ   تنافس

وللتأكد من ذلك نأخذ قطعتي صوف مصبوغتين: أولهما بالمجموعة الحمضية الأولى، وثانيهما بالمجموعة الثالثة التي تحتاج وسطاً معتدلاً أو ضعيف القلوية، وبغلي القطعتين بمحلول ملح غلوبر نجد أن الأولى دخلت حالة تنافس بين شارسبة الكبريتات وشارسبة الصباغ المرتبط نجم عنها تلون حمام الغلي، أما حمام الثانية فلن يتلون لأن وجود شارسبة الكبريتات سيعزز ارتباط الشارسبة الصباغية.

٣-٣- تأثير درجة الحرارة: يبدأ امتزاز الصباغ من المحلول الصباغي عند الدرجة ٣٩°م ويزداد بازديادها، ولكل صباغ درجة حرارة امتزاز أعظمي، أما أصبغة المجموعة الثالثة الحمضية الثابتة فلا يمكن تطبيقها دون درجة

حرارة ٦٠°م، وتكون درجة الحرارة الحرجة لمعظم أفرادها بحدود ٧٠°م، وهذا ما يستوجب رفع درجات الحرارة عنها بعناية وحذر تداركاً لاستنزافٍ سريع تنخفض معه معدلات التسوية.

٣-٤- تأثير العوامل المساعدة: علاوةً عن تأثيرات الحمض وملح غلوبر كعاملين يمكننا من خلال التحكم بهما رفع معدلات التسوية فإن ثمة إضافات تعزز مواصفات العملية الصباغية، فاستُخدِمَ بادئ ذي بدء البيريدين الذي يعمل كمذيبٍ جيدٍ للأصبغة الحمضية وبالتالي يمنع من تجمعها على بعضها البعض معززاً بذلك عملية التسوية في الوقت الذي يجعل فيه من الطور المائي أكثر شغفاً للصباغ، وتقوم آلية عمل البيريدين على قلويته التي تسمح له بالاتحاد مع الجزيء الصباغي بشكله الحمضي الحر، ولا يلبث أن يحررها عند الاقتراب من درجة حرارة الغليان بفعل الحلمهة لينتهي الأمر بتطاير البيريدين، ثم استبدل البيريدين بمواد فعالة سطحياً مثل الزيوت المسلفنة واسترات حمض الكبريت لسلاسل برافينية طويلة، فعلاوةً عن الدور المبعثر لهذه المركبات نجد مفعولها الهام في المساعدة وكعاملٍ مبلل على رفع مستويات التشريب الصباغية، ثم ظهرت مجموعة العوامل الفعالة سطحياً اللاشاردية التي يمكنها خفض التوتر السطحي وبالتالي تساعد على اختراق الماء للألياف وحمل الصباغ إلى داخل الألياف.

وأخيراً ظهرت طائفة عوامل التسوية المؤخرة أو الكابحة Restraining agent ذات المركزين الشارديين: موجب وآخر سالب ولها البنية :

Dispersol CWL	$[R\text{-}\overset{R_1}{\underset{R_2}{N^+}}\text{-}(CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-})_n\text{-}]Cl^-$	عوامل التسوية المؤخرة Restraining agents

إذ ترتبط ذرة الآزوت الموجبة بتشكيلها معقداً مع شوارد الصباغ السالبة بدرجات الحرارة المنخفضة وطور رفع الحرارة، بينما تحافظ سلسلة متعدد أكسيد الايتيلن غير المتشردة على بقاء جزيء الصباغ المرتبط معها بحالةٍ

منحلةٍ في المحلول، ويبدأ المعقد بالتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة وتتحرر الجزيئات الصباغية بصورةٍ تدريجية ما يرفع من درجة تسوية العملية الصباغية، ونرى في الجدول ١٠٥ بعض أنواع التسوية لبعض الشركات والخاصة بالأصبغة الحمضية للصوف والنايلون.

الجدول ١٠٥

بعض عوامل التسوية الخاصة بأصبغة الصوف والنايلون				
المادة	الشركة	الفعالية	الشحنة	التركيب الكيماوي
بيرغين EU	PETRY	تسوية للصوف بالأصبغة الحمضية وللنايلون بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة	N	ألكيل أمين ايتوكسيلات مع بولي غليكول ايتر
بيرغين MKL	PETRY	تسوية للصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة ٢:١	A	سلفات أميد ايتر
بيرغين TAM	PETRY	تسوية للصوف بالأصبغة الفعالة والحمضية وللبولي أميد بالأصبغة الحمضية	N	ألكيل أمين بولي غليكول ايتر
كيريولان FMK	CHT	تسوية للصوف والبولي أميد: للصوف بالأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	A	مشتقات بولي غليكول ايتر
سيتاڤين WO	Z&S	عامل تسوية لصباغة الصوف بالأصبغة الفعالة والمعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	N	ألكيل أمين ايتوكسيلات
ألبغال B	Ciba	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والأصبغة الحمضية والكرومية والمعدنية المعقدة ١:١	A	مشتقات ايتوكسيلات حموض دسمة أمينية
جينوكول MK	Dr. Bohme	تسوية للصوف والبولي أميد بالأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة المسلفنة والمعدنية المعقدة ١:١ و ٢:١	N	بولي ايتوكسي ألكيل أمين

٤- **التجهيز الأولي:** سبق أن عرضنا للألياف الصوفية عرضاً وافياً، ولكن كيف يتم تحضير الخامات الصوفية للصباغة ؟ إذ يتميز الصوف بثبات لونه الطبيعي وارتفاع نسبة شوائبه والتي قد تصل حتى ٥٠ - ٦٠% من وزنه، لِذا فإننا نعمد لغسله دون قصره، ويُصبَغ على أساس لونه الخام مستحسنين الألوان الغامقة غالباً.

وتبدأ عملية التحضير بالفرز يدوياً حسب طول ودقة الشعيرات وصنفها ولونها وتستلزم قدراً عالياً من الخبرة، ويرافقها عملية تنظيف جاف بالمزج والشفط نبدأ بعدها عمليات الغسيل وفق الخطوات:

٤-١- مرحلة الغسيل المائي: ونتخلص من خلالها من الأوساخ الحلولة بالماء كالعرق وبعض الإفرازات الجلدية والتي تصل نسبتها حتى ٢٨% من وزن الصوف.

٤-٢- مرحلة الغسيل بالمنظف: وتعالج خلالها الشوائب غير الحلولة بالماء مثل الشحوم التي تصل نسبتها حتى ١٢%، لِذا فإنها تعالج بمحلولٍ صابوني أو بتراكيز منخفضة لكربونات الصوديوم لاستحلاب وتصبين هذه الشحوم، كما يزول قسم كبير من الأتربة والأوساخ لوجود الصابون.

٤-٣- مرحلة المعالجة الحمضية: ويتم فيها التخلص من الأعشاب العالقة بتفحيمها بحمض الكبريت أو كلور الماء نتبعها بعملية عصر فتجفيف بدرجة حرارة منخفضة ثم حرارة ٤٠-٨٠°م فيتحول السيليلوز لمسحوق الهيدروسيليلوز السهل الإزالة نتبعها بتعديل بماءات النشادر الممددة التماسك بحيث يتعدل كامل الحمض، وتوصي شركة كلارنيت في عملية الغلي لتطبيق أصبغة اللانازينِ S المعدنية المعقدة على الشكل:

حمام الغلي لتطبيق أصبغة اللانازين المعدنية المعقدة S من كلارينت			
المادة	مل/ل	الفعالية	شروط الحمام
ساندوزين السائل NIT	١	منظف	٢٠-٣٠ دقيقة/ ٤٠-٥٠°م
ماءات النشادر ٢٥% حتى pH: 8.5	٢	قلوي	

٥ - بناء الحمام الصباغي:

٥-١- الطريقة العامة للأصبغة الحمضية: تجري عملية صباغة الصوف بدرجات حموضة مختلفة بحسب درجة عمق اللون: إذ يستحسن العمل مع الألوان الفاتحة عند pH:7-6 والوسط pH:6-5 والغامقة pH:5-4، وعند العمل بمحاليل موقية نصل لدرجة استنزاف تقارب ٩٠ - ٩٥% باعتماد مزيج حمض الخل مع خلات الصوديوم حسب الجدول ١٠٦.

ونبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض والتسوية وضبط درجة الحرارة عند ٤٠°م ننتظر بعدها ١٠ دقائق لنضيف محلول الصباغ المصفى ونتبعها بعد ١٠ دقائق بالبدء برفع درجة الحرارة بمعدل ١-١.٥ درجة/دقيقة حتى

درجة حرارة ١٠٠°م التي نستمر عندها ٣٠ ـ ٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون، ويمكننا برفع درجة الحرارة حتى ١٠٥°م اختصار الوقت حتى ٢٠ ـ ٤٠ دقيقة، نبرد بعدها حتى ٦٠°م لإنهاء الحمام.

الجدول ١٠٦

تركيب المحاليل الموقية عن SUPROSS					
المزيج الموقي	درجة الحموضة :pH				
	٤	٤.٥	٥	٥.٥	٦-٧
حمض الخل ٨٠ % + خلات الصوديوم : غ/ل	١+ /	٠.٥+٠.٥	١+٠.٤	٢+٠.٣	٣+٠.٢

٥-٢- صباغة الصوف بالأصبغة المعدنية المعقدة " طريقة اللانازين ":

أصبغة اللانازين S أصبغة معدنية معقدة من نمط ١ : ٢ لشركة كلارينت، وتتمتع بقدرات تلوين عالية وثباتيات متميزة.

٥-٢-١- إذابة الصباغ: تعجن بودرة الصباغ مع بعض الماء الطري ونتبعه بماء مغلي دون الإطالة بزمن هذه العملية، ويستحسن برغم ثباتية هذه الأصبغة تجاه القساوة إضافة بعض عوامل التحلية لتشكيل معقدات لا عضوية مع الشوارد المعدنية في الماء تجنباً لأي مشكلة.

٥-٢-٣- بناء الحمام: يُستحسن تطبيق هذه الأصبغة من حمامٍ معتدل أو ضعيف الحموضة حيث تكون pH:5-7 ، والقيمة المثالية هي pH:6,3-6,8 حسب درجة عمق اللون، وقد نضطر لإضافة بعض حمض الخل لإتمام استنزاف الحمام، ومن المناسب إضافة بعض عوامل التسوية التي تحسن من توزع الصباغ أو ترفع معدلات الهجرة وتمنع من ترسب الأصبغة أو أنها تلعب دور عامل الإعاقة، ويبنى الحمام عادةً وفق الجدول ١٠٧:

الجدول ١٠٧

بناء حمام أصبغة اللانازين S				
المادة	صباغ	كبريتات النشادر	عامل تسوية: ليوجين SMK or SU	حمض خل حتى :
الكمية	ما يلزم	١-٣ مل/ل	؟ غ/ل	pH: 6.3-6.8

نبدأ الصباغة عند ٢٠ ـ ٤٠°م ونرفع الحرارة حتى الغليان بمعدل ٠.٥-٢ درجة/ دقيقة ونبقى عندها لمدة ١٥-٤٥ دقيقة حسب درجة عمق اللون، نبرد

بعدها ونشطف، ويستحسن التبريد عند أي تعديل حتى ٦٠ ـ ٨٠°م أولاً.
ومن المناسب أن نذكر هنا بأن التقنيات الحديثة المطبقة على منتجات مسلفنة لا تسمح بتجاوز درجة الحرارة عن ٨٥°م لانخفاض مردودها بشكلٍ ملحوظ عند ٩٥°م.

البحث الخامس

صباغة الحرير

١- **التجهيز الأولي:** تهدف عمليات التجهيز الأولي والتي تم استعراضها في الجدول ٦٧ لإزالة الصموغ المرافقة للألياف الحريرية، آخذين بعين الاعتبار الحساسية العالية للحرير تجاه القلويات، وقد لوحظ أن معدلات إزالة الصموغ من الحرير تزداد عند درجات الحرارة ١٢٠- ١٣٠°م في حمامٍ معتدل، وتتم عملية الإزالة بالطرق الأربعة التالية بحسب كلارينت :

طريقة صابون مارسيل، طريقة المنظفات الصنعية، طريقة الأنزيم

طريقة درجات الحرارة العالية على البيم أو الآلات النجمية

٢- **عمليات الصباغة:** يمكننا صباغة الحرير بمجموعة جيدة من الأصبغة مثل الأصبغة المعدنية المعقدة والأصبغة الحمضية أو الفعالة، وعلى ذلك فإن هناك تقنيات عديدة تتلائم مع الأصبغة العديدة المطبقة حسب التالي:

٢-١- الصباغة في وسط حمضي: وتتم مع الأصبغة الحمضية والأصبغة المعدنية المعقدة وبوسطٍ حمضي، وسط حمضي متغير، وحمام صابون ، وسنستعرض هذه الحمامات وفق شركة كلارينت أيضاً:

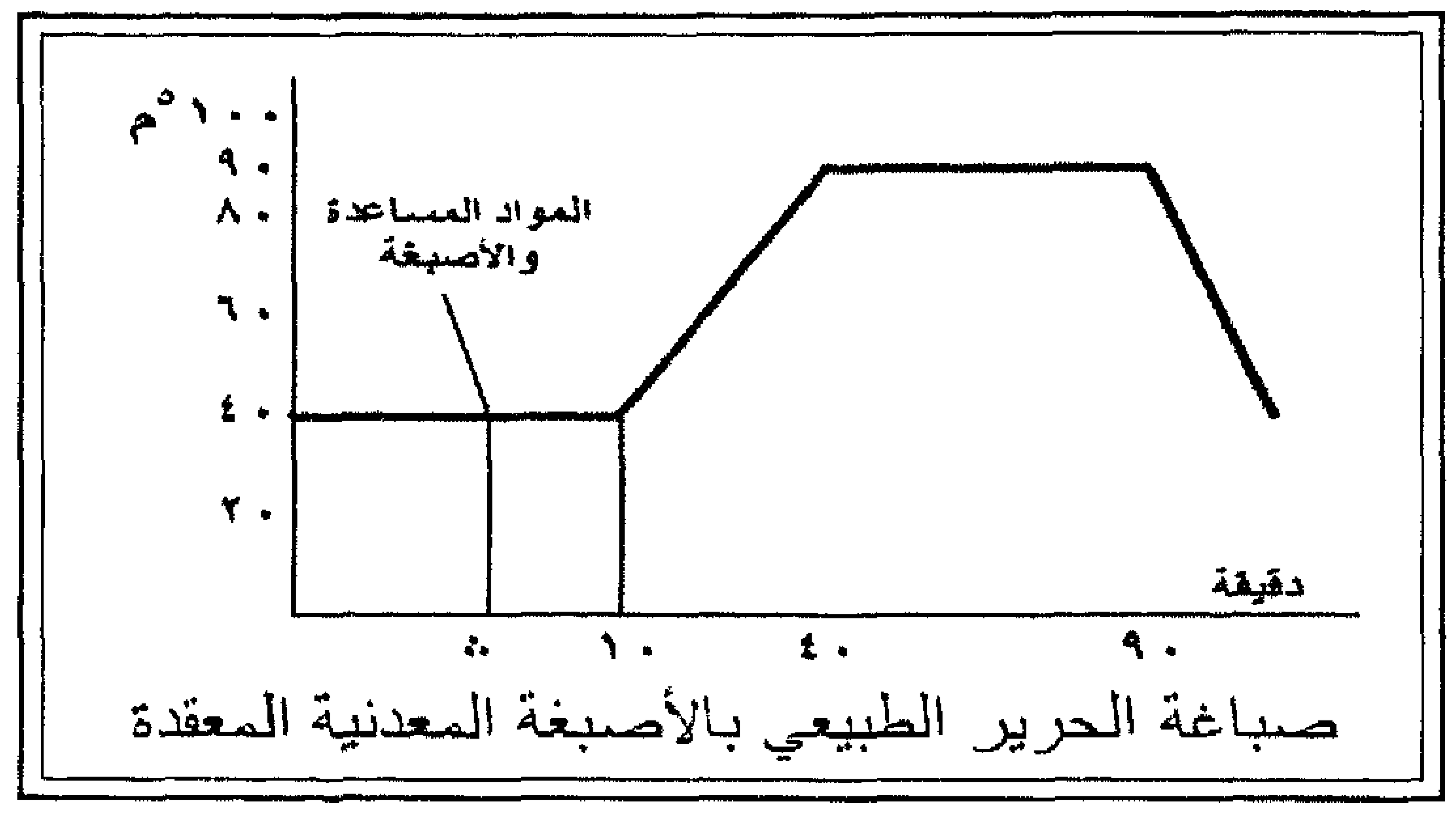
٢-١-١- مع الأصبغة الحمضية:

بناء حمام صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية					
المادة	صباغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم	حمض الخل
النسبة	ما يلزم %	١.٥-٢ %	٠.٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل	حتى pH: 4-7

٢-١-٢- الصباغة بالأصبغة المعدنية المعقدة:

بناء حمام صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الحمضية						
المادة	صباغ حمضي	عامل تسوية أصبغة حمضية	عامل تسوية	مضاد تكسير	خلات الصوديوم	حمض الخل
النسبة	ما يلزم %	١.٥-٢ %	٠.٢٥-٠.٥ غ/ل	٠.٥-٢ غ/ل	١-٢ غ/ل	حتى pH: 4-7

وتتم عملية الصباغة وفق المخطط المبين في الشكل ٣٩:



صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة المعدنية المعقدة

الشكل ٣٩

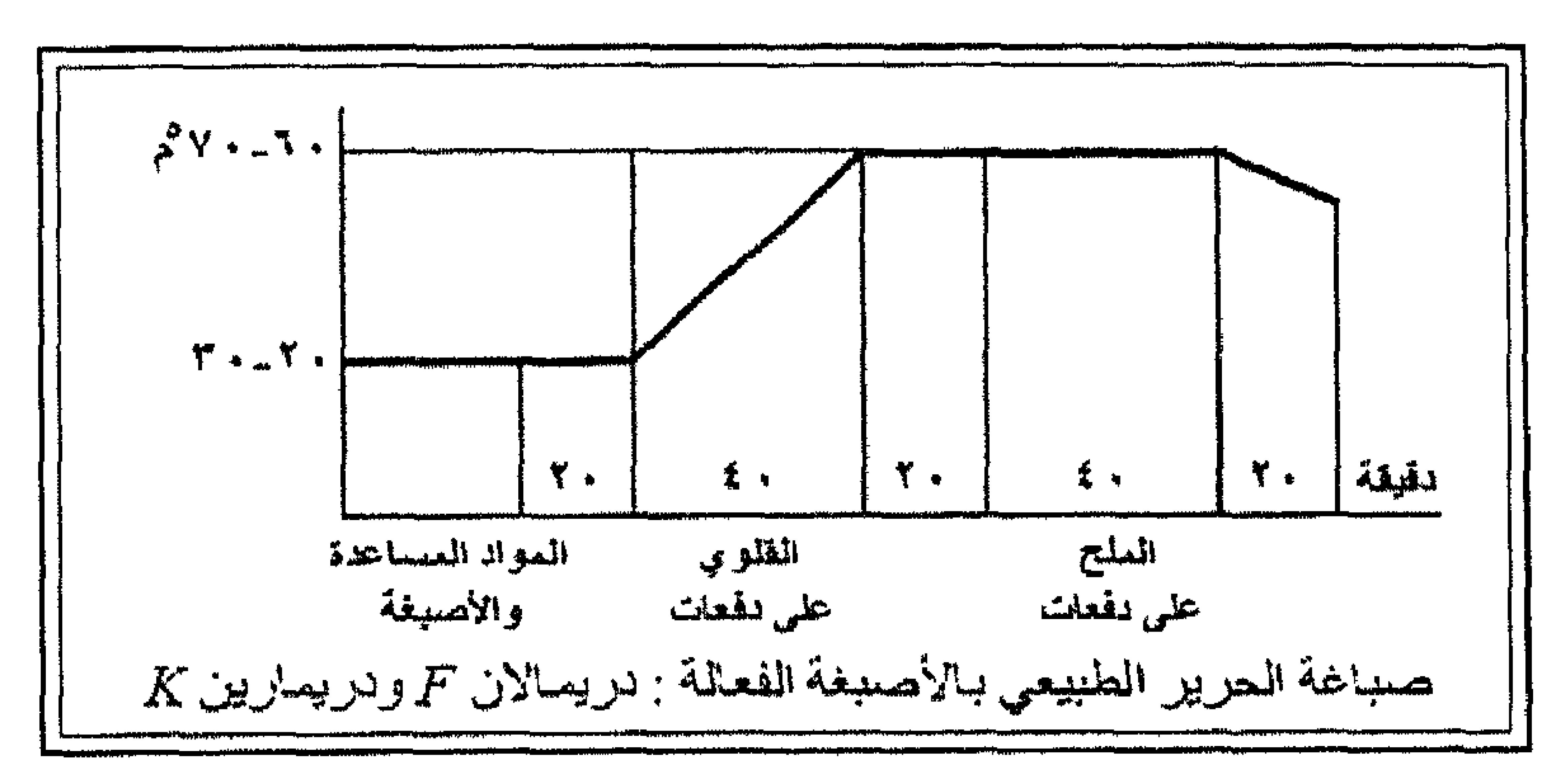
٢-١-٣- الصباغة مع تغيير درجة الحموضة: يُجهز الحمام الصباغي بحيث يحوي ٠.٣-٠.٦ غ/ل بيكربونات الصوديوم و١-٢ غ/ل عامل حمضي موقي.

نبدأ العمل بحيث تكون pH:8-8.5 لغلبة البيكربونات على العامل الحمضي، ولكن وباستمرار العملية الصباغية وضمان الوصول لدرجات التسوية والتوزيع العالية للصباغ نبدأ بإضافة العامل الحمضي حتى الوصول بدرجة الحموضة حتى pH:4.5-6.

٢-١-٤- الصباغة بحمام صابوني: وتصلح أكثر ما يكون للأصبغة الحمضية كالساندولان والنيلوزان واللانازين، ويتم تطبيقها بإضافة الصباغ مع ١-٢ غ/ل صابون مارسيل وكبريتات الصوديوم بتركيز حتى ١٠ غ/ل وبحيث يكون الوسط قلوياً وبحدود pH: 8-8.5.

ومن الضروري التنويه هنا إلى أن الحرير الطبيعي أقل ألفة للأصبغة الحمضية من الصوف، لذا يستحسن عدم رفع درجة الحرارة عن ٨٥°م لأن تجاوزها يعني تراجع قوة الشد واللمعان، ويستحسن أيضا معالجته بمثبت شاردي موجب لرفع ثباتيته تجاه الغسيل والتعرق، وتتم المعالجة بإضافة المثبت بنسبة ٣-٥ % ورفع درجة الحرارة حتى حدود ٥٠°م ولمدة ١٥ دقيقة بحسب مصدر وتركيز المثبت ونوعه.

٢-٢- صباغة الحرير بالأصبغة الفعالة: نبدأ وبعد إنهاء عمليات التجهيز الأولية بإضافة مواد حمام الأصبغة الفعالة والتي قد تكون: عوامل مبللة، تحلية، تسوية ...، ثم نبدأ بإدخال المحلول الصباغي المصفى عند الدرجة ٢٠-٣٠°م لنبدأ وبعد ٢٠ دقيقة بإضافة الملح على دفعات ثم نرفع درجة حرارة الحمام لدرجة حرارة تثبيت الصباغ المطلوبة وننتظر ٢٠ دقيقة لنبدأ بإضافة القلوي على دفعات، وخلال ٤٠ دقيقة يجب أن نكون قد حصلنا على درجة عمق واتجاه اللون المطلوب فنبدأ بإنهاء حمام الصباغة والشطف والتصبين الذي يستحسن إجراؤه عند درجة حرارة ٧٠°م، ونرى في الشكل ٤٠ طريقة تطبيق أصبغة الدريمالان F أو الدريمارين K :



صباغة الحرير الطبيعي بالأصبغة الفعالة : دريمالان *F* ودريمارين *K*

الشكل ٤٠

ويستحسن إجراء عمليات التصبين بوجود غواسل ذوات قدراتٍ عالية على التحلية مثل مجموعة الساندوبور لحجز جميع الشوارد المعدنية التي يؤثر وجودها على فعالية حمام التصبين، كما يستحسن إضافة كربونات الصوديوم بمعدل ١ غ/ل لرفع الفعالية التنظيفية ورفع درجة حرارة الحمام حتى ٧٠°م.

الباب السادس

صباغة الخيوط التركيبية

١- صباغة البولي استر.
٢- صباغة البولي أميد.
٣- صباغة الأسيتات.
٤- صباغة البولي أكريلو نتريل.
٥- صباغة اللايكرا.

البحث الأول

صباغة البولي استر

١- **التجهيز الأولي للبولي استر:** تتبع أهمية عمليات التجهيز الأولي للبولي استر قبل الصباغة من طبيعة الزيوت المرافقة سواءً أكانت من زيوت الإنهاء في مراحل تصنيع الخيط أو زيوت عمليات الحياكة اللاحقة والتي من المفروض أن تكون قابلة للاستحلاب الذاتي بمجرد تبللها بالماء بفضل عوامل الاستحلاب ومضادات الأكسدة المضافة لها عند تحضيرها للمساعدة على خزنها لمددٍ طويلةٍ قدرَ الإمكان، ولكن وبمرور فترات زمنية أطول أو بتشغيل الخيوط بسرعات حياكةٍ عالية تبدأ بالتأكسد بفعل الحرارة الناشئة عن الاحتكاك لتفقدها قدرتها على الاستحلاب الذاتي المطلوب.

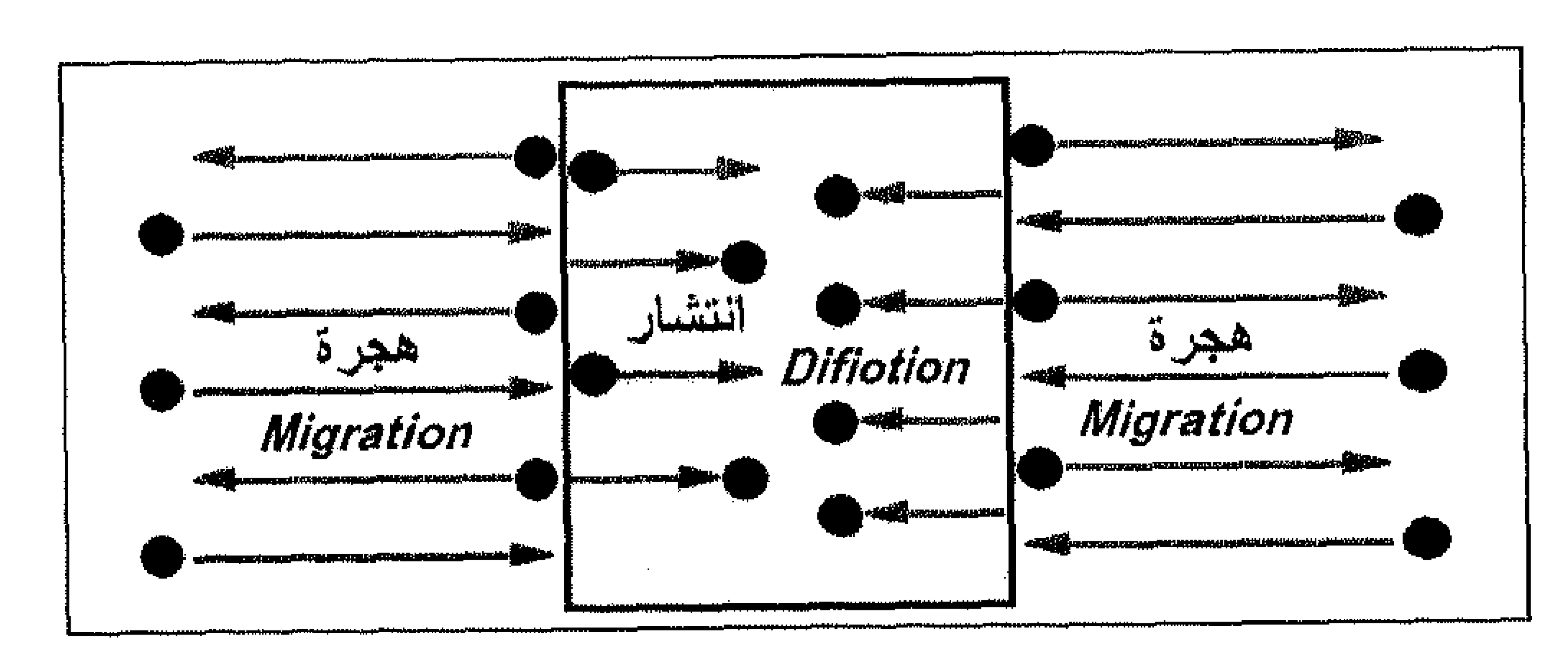
١-١- حمام الغسيل الأولي: يُستحسَن تطبيق حمام غسيل أولي مستقل قبل تطبيق الحمام الصباغي باستخدام عامل منظف ذي خواص استحلاب عالية وإلا يستحسن أن يكون حاوياً على مذيبات أمينة وفعالة، وبوسط قلوي لطيف بحدود pH:9 بإضافة كربونات الصوديوم وعند الدرجة ٦٠-٧٠ °م لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن ارتفاع الحرارة لأكثرَ من ذلك قد يؤدي لنقض الاستحلاب، ونتبع هذا الحمام بشطفٍ بارد مع بعض الحمض للتعديل.

وتوصي شركة يورك شاير بعدم استخدام غواسل لا شاردية مع حمام الغسيل الأولي لتسببها بتجمع بعض أصبغة الديسبرس ما يؤدي لتشكل بقعاً غامقةً صعبة الإزالة عند الصباغة ما حدا باستخدام غواسل مختلطة شاردية ولا شاردية، أما شركة باير فتنصح باستبدال كربونات الصوديوم ببيرو الفوسفات رباعية الصوديوم عندما يكون الماء متوسط القساوة، في حين تنصح شركات أخرى بثلاثي فوسفات الصوديوم، وتنصح شركة كلارينت بإضافة بعض الهيدروسلفيت لحمام التحضير الأولي هذا بقصد تخريب بعض المواد الملونة أو الشوائب الكيماوية الأخرى.

١-٢- اختصار حمام الغسيل الأولي: يستحسن بعض الصباغين دمجَ عمليتي الغسيل والصباغة في حمامٍ واحدٍ لرفعِ اقتصادية العملية الصباغية وتوفير ما أمكن من الماء، لذا فإنهم يلجأون لإضافة عامل منظف ومزيل زيوت لحمام الصباغة بعد التحقق من عدم تأثيرهما على اللون والأصبغة، ولكن لوحظ عملياً استحالة الضمانة الأكيدة لهذه الطريقة لأن بعض الملوثات تستلزم وسطاً قلوياً لإزالتها وهو ما يتعارض مع الحمام الحمضي أو المعتدل اللازم لصباغة البولي استر.

٢- صباغة البولي استر: ينتمي البولي استر لمجموعة الخيوط التركيبية الخاملة التي لا تملك أي مركز فعال يمكن للجزيء الصباغي أن يرتبط به، لذا تتم صباغته برفع درجةً حرارته بقصد توسيع مساماته أو انتفاخه Swilling ليتبعها تغلغل الجزيئات بين سلاسله البوليميرية لتبقى حبيسةً إثرَ عمليات التبريد اللاحقة، وتتم عملية امتصاص الأصبغة من ماء الحمام على مرحلتين :

- الهجرة: مرحلة انتقال الصباغ من وإلى ماء الحمام وسطح الخيط.
- الانتشار: مرحلة انتقال الصباغ من سطح الخيط نحو العمق.



وتتأثر مرحلتا الهجرة والانتشار بعددٍ من العوامل، والتي من أهمها:

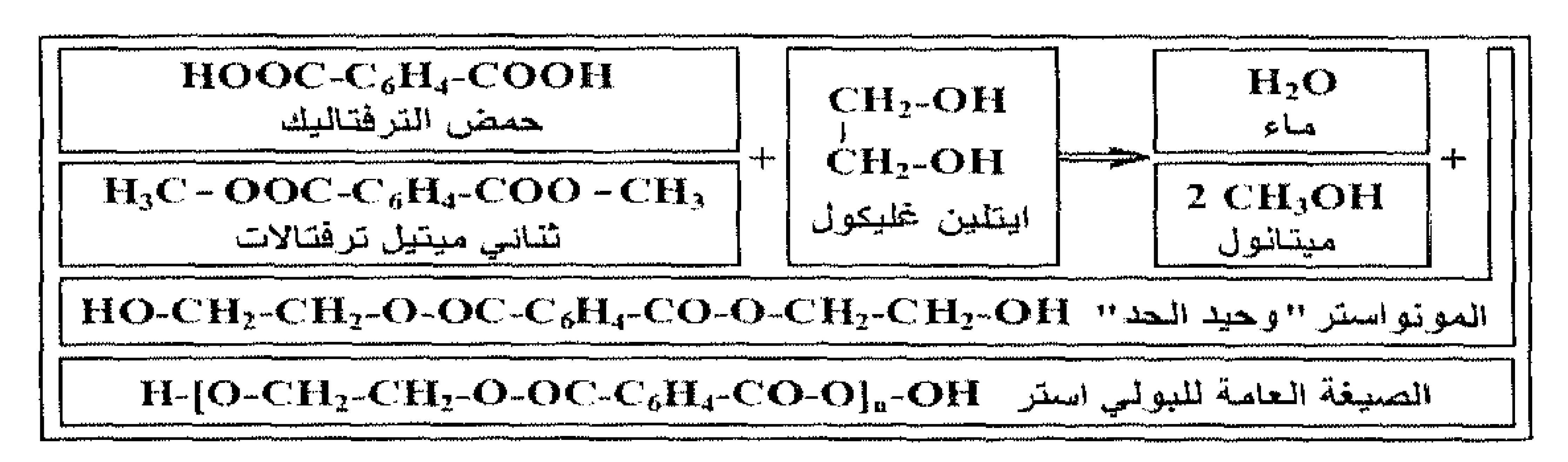
أ- درجة الحرارة والتحريك.

ب- الأفعال الكهربائية المتبادلة بين: مواد بناء الحمام والأصبغة والبولي استر وبنية الصباغ وخواصه من حيث:

- حجم الجزيء الصباغي وشكله ومدى استوائه.

- نوعيـــة الزمـــر المرتبطـــة بـــالجزيء الصـــباغي وعـــددها: أي زمـــر الأوكسوكروم المساعدة والتي تزيح امتصاص اللون نحو الموجة الأطول كزمر OR -, OH -, NR_2 -, NH-، أو الكروموفورات أي حوامل اللون مثل زمر -N=O,-N=N- التي تقوم بامتصاص اللون الأساسي.
- نوعية ونسب الإضافات الداخلة في تركيب المسحوق الصباغي.

ونرى في الشكل ٤١ مخطط اصطناع البولي استر، وتوضع الجزيئات الصباغية في المناطق اللابلورية لسلاسله البولي ميرية من شعيراته:





مقطع لشعيرة من خيوط البولي استر

الشكل ٤١

٣- تصنيف الأصبغة المبعثرة "Dispers dyes": وقد أطلق عليها تسمية الأصبغة المبعثرة لعدم قابليتها الانحلال بالماء إلا لجزءٍ توازني يسيرٍ منها، ويمكننا تصنيفها عملياً كما هو مبين في الجدول ١٠٨:

الجدول ١٠٨

تصنيف الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes "				
الحجم	صغيرة جداً	صغيرة	متوسطة	كبيرة
التصنيف	أسيتات	E or L	SE or M	S or H

٣-١- الصغيرة جداً: وتستخدم بشكل رئيس لخيط ٢.٥ أسيتات وللبولي أميد بالألوان الفاتحة (دون ٠.٥ %).

٣-٢- الصغيرة: ويرمز لها بـ: E من Easy أي سهل للدلالة على سهولة استنزافها من الحمام الصباغي، أو L من Low أي منخفض للدلالة على

احتياجها قدراً بسيطاً من الطاقة كي نتمكن من تطبيقها أو استنزافها.
٣-٣- الكبيرة: ويرمزلها بِـ : S من Slow أي بطيء للدلالة على بطء تشربها وبالتالي احتياجها زمناً أطول لتطبيقها، أو H من High للدلالة على احتياجها قدراً عالياً من الطاقة لتطبيقها.
٣-٤- المتوسطة: ويرمز لها SE للدلالة على توسطها الأصبغة الصغيرة والكبيرة، أو M من Medium للدلالة على احتياجها قدراً متوسطاً من الطاقة لتطبيقها.
وبالتالي يمكننا استنباط أهم فوارق خواصها كما في الجدول ١٠٩:

الجدول ١٠٩

أهم الفوارق بين الأصبغة المبعثرة " Disperse dyes "			
المجموعة	صغيرة	متوسطة	كبيرة
الخزمة	E or L	SE or M	S or H
التسوية	عالية	متوسطة	ضعيفة
سهولة التطبيق	سهلة		صعبة
الصباغة بطريقة الحوامل " الكارير "	ممتازة		ضعيفة
الثباتية للحرارة الجافة " الرام " بسبب تصعد الصباغ " التبخر من الحالة الصلبة للحالة الغازية مباشرةً "	ضعيفة		عالية

٤- المنطقة الحرجة للأصبغة : يسبب تباين حجوم جزيئات الأصبغة تبايناً في درجات الحرارة اللازمة للبدء بعملية امتصاص وتغلغل هذه الجزيئات بين السلاسل البوليميرية لخيوط البولي استر، إذ تتزايد درجات الحرارة اللازمة ارتفاعاً مع ازدياد حجم جزيئة الصباغ، فأصبغة E تبدأ تغلغلها عند الدرجة ٧٠°م ، وSE عند ٩٠ – ١٠٠°م، في حين أن S تبدأ بعد ١٠٠°م، ولا يمكننا هنا تحديد رقمٍ مطلق في هذا الصدد ولمجموعةٍ بكاملها، فهذا مجال وليس نقطة، وترتبط درجة الحرارة التي يمكن للصباغ أن يبدأ عندها بالتشرب بعددٍ من العوامل، أهمها:
٤-١- الحجم الجزيئي للصباغ: فالصباغ ديسبرس أزرق ٥٦ والديسبرس الأصفر ٥٤ ينتميان لمجموعة E، ومع ذلك تبدأ عملية امتصاص الأصفر قبل الأزرق.

٤-٢- المتبادلات المحمولة على الجزيء الصباغي: إذ يعمد بعض صناع الأصبغة لإدخال بعض الزمر الإضافية التي تعزز مواصفات معينة كالثباتيات أو التسوية... أو استبدال زمر بأخرى لذات الغاية، كاستبدال جذر الإيتوكسي في الصباغ ديسبرس أزرق ٧٩ بجذر الميتوكسي في الديسبرس الأزرق ٧٩:١ ما يرفع من تسويته ويخفض من ثباتياته، ويقلل من وزنه وحجمه ليخفض درجة حرارته الحرجة بعض الشيء.

٤-٣- درجة الحموضة: ففي حين أن صباغ الديسبرس الأحمر ١٦٧ يحتاج لوسط حمضي pH:3-7 كي لا يتخرب نجد أن الديسبرس الأحمر ١٥٢ أوسع مجالاً، إذ يتحمل المجال pH: 2 - 9 وكلاهما من مجموعة الأصبغة الكبيرة الحجم S، ومع ذلك يتم بناء الحمام الصباغي عند : pH:5–6 .

٤-٤- ألفة خيوط البولي استر: أو مدى سهولة انتفاخها بحسب المعالجات المطبقة عليها قبل وصولها للصباغة.

ونرى في الشكل ٤٢ تصوراً لترتيب دخول الجزيئات الصباغية بحسب حجومها بدلالة درجات الحرارة وكيفية تشكل المسامات مع ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم انغلاقها بالتبريد.

تصور أولي لمراحل هجرة وانتشار الأصبغة المبعثرة عند صباغة البولي استر	
طور التسخين : انفتاح المسامات	طور التبريد

تغير اللون البنفسجي لتغير حجمي الصباغين الأحمر والأزرق واختلاف ترتيب استنزافهما			
الأحمر = الأزرق	● = ●		بنفسجي
الأحمر > الأزرق	• 〈 ●		بنفسجي حمر
الأحمر < الأزرق	● 〈 •		بنفسجي زرق

الشكل ٤٢

٥- مواد بناء الحمام الصباغي:

٥-١- الحمض: تتخرب بعض أصبغة الديسبرس في الوسطين المعتدل أو القلوي، ويتحسس بعضها الآخر من تذبذب درجة حموضة الحمام الصباغي لتطاير الحمض من السائل أو لتزايد درجة تشرد الحمض أو الأملاح الحمضية بفعل ارتفاع درجات الحرارة، فصباغ الديسبرس الأزرق ٧٩ مثلاً يستلزم درجة حموضة pH:3-5، إذ نجده يحمر دون pH:3 ويصفر عندما تزيد عن pH:5، وبالتالي يؤدي عدم ضبط درجة الحموضة لانحراف اللون وتراجع نسب الاستنزاف والثباتيات، لذا يعمد الكثير من الصباغين ضبطاً للعملية الصباغية لاعتماد المحلول الموقي باستخدام بعض الأملاح الحمضية غير الطيارة التي تطرحها بعض الشركات، أو لتطبيق المحلول الموقي من حمض الخل وخلات الصوديوم باعتماد الجدول ١٠٦ الوارد في بحث صباغة الصوف.

٥-٢- العوامل المبعثرة: تميل الأصبغة المبعثرة للتجمع والتكتل على بعضها البعض Aggregation كونها غير ذوابة بالماء، ما يستدعي إضافة عوامل مبعثرة بحيث نضمن:

- بعثرة الصباغ بشكل كامل طوال فترة الحمام الصباغي.
- الانسجام التام مع جميع مكونات الحمام من أصبغةٍ ومواد مساعدة أخرى.

وتسبب آلات الصباغة العالية الغزارة والتدفق لتراجعٍ درجة تبعثر الأصبغة، إضافة لتفاعلات ضارة بين مختلف المواد المساعدة مع الزيوت والكارير المستحلبين ومع الأصبغة المبعثرة ما يستوجب رفع معدلات عوامل البعثرة بصورة عالية نسبياً منعاً لتبقيع الخامات المصبوغة أو ترسب بقايا صباغية بين طبقات البيم أو خيوط البولي استر بنظام الكون.

ونرى في نماذج آلات صباغة معينة وعلى السطح الفاصل بين الهواء والسائل تفكك بعض المواد المساعدة الموجودة على السطح قبل الوصول لدرجة حرارة الحمام الصباغي النظامية " أي الدرجة ١٣٠ °م " فتبدأ

بالتجمع والترسب على سطح القماش مشكلةً بقعاً غامقة، ويستحسن لتحاشي هذه الظاهرة اعتماد المواد المساعدة اللا رغوية قدر الإمكان ورفع نسب العوامل المبعثرة لمنع هذه التفاعلات بين الأصبغة ومنتجات تخرب المواد المساعدة، كما نعمد لإضافة موانع التكسير والعوامل المساعدة على رفع معدلات انحلال أصبغة الديسبرس ومعززي الهجرة، ومنع إعادة تبلور أصبغة الديسبرس الزائدة التي لم يتم استنزافها أو تشربها من قبل القماش في الحمام الصباغي.

٥-٣- عوامل التسوية: يستلزم تطبيق بعض أصبغة الديسبرس عوامل تسوية بحسب الحالة، فهناك أصبغة ذات معدلات هجرة عالية تستلزم إضافة عوامل مؤخرة نضمن معها تجانساً أكبر في توزعها على كامل سطح الخيوط أو الأقمشة، وأصبغة ضعيفة الألفة تجاه الماء وبالتالي ضعيفة التوزع ما يستوجب إضافة عوامل تسوية يمكنها تعزيز معدلات الانحلال لتستقر وتتوازن في عمليات هجرتها وانتشارها إلى أعماق الخيط، وهناك أنواع تسوية يمكنها التقاط الأوليغوميرات التي تفرزها خيوط البولي استر عند درجات الحرارة العالية " وخاصة في أنواع آلات الصباغة المنخفضة النسبة وذات معدلات التدفق العالي "، وأخيراً نجد عوامل تسوية ذات قدرات استحلاب عالية تفيدنا في حال تعذر استحلاب كامل الزيوت والغرويات بمراحل التجهيز الأولية، فهناك بعض الزيوت أو الكيماويات التي لا يتم كامل استحلابها إلا بشروط درجات الحرارة العالية، وتفيدنا أنواع عوامل التسوية هذه في التخلص من مشاكل هذه البقايا الزيتية التي ستسبح في الحمام مسببة تراجعَ التسوية.

٥-٤- الحوامل " الكارير" ومضادات التكسير وموانع الرغوة: وقد سبق استعراضها في بحث مواد بناء الحمام الصباغي.

٦- تقنية العملية الصباغية:

٦-١- تحضير المحلول الصباغي: من الضروري بعثرة الصباغ لأكبر قدرٍ ممكنٍ قبل إضافته للحوض الصباغي، ويتم العمل برذ مسحوق الصباغ على

الماء الدافئ في خلاط ثابت سرعة الدوران، فإن لم يتوفر الخلاط نلجأ لعجن الصباغ بالماء مع عامل مبعثر ومن ثم إضافته للماء الدافئ مع التحريك الجيد، ولا يجوز أن تتجاوز درجة حرارة الماء ٧٠°م منعاً لتجمع الصباغ من جديد ونقض بعثرته، وأخيراً نقوم بترشيح المحلول عبر غربال شديد النعومة ليصبح جاهزاً للضخ للحوض الصباغي.

٦-٢- إضافة المحلول الصباغي لحوض الصباغة: لا يجوز إضافة المحلول الصباغي مباشرة في المواضع التي يدور فيها القماش بل باتجاه النقاط التي يدور فيها الماء مثل موقع المبادل الحراري... وتتم الإضافة بهدوء وبطء قدر الإمكان وبخاصة مع الأصبغة الصغيرة الحجم الجزيئي.

٦-٣- الصباغة:

٦-٣-١- الصباغة بطريقة الحرارة العالية: تمتاز طريقة الحرارة العالية عن الضغط الجوي العادي بِـ:

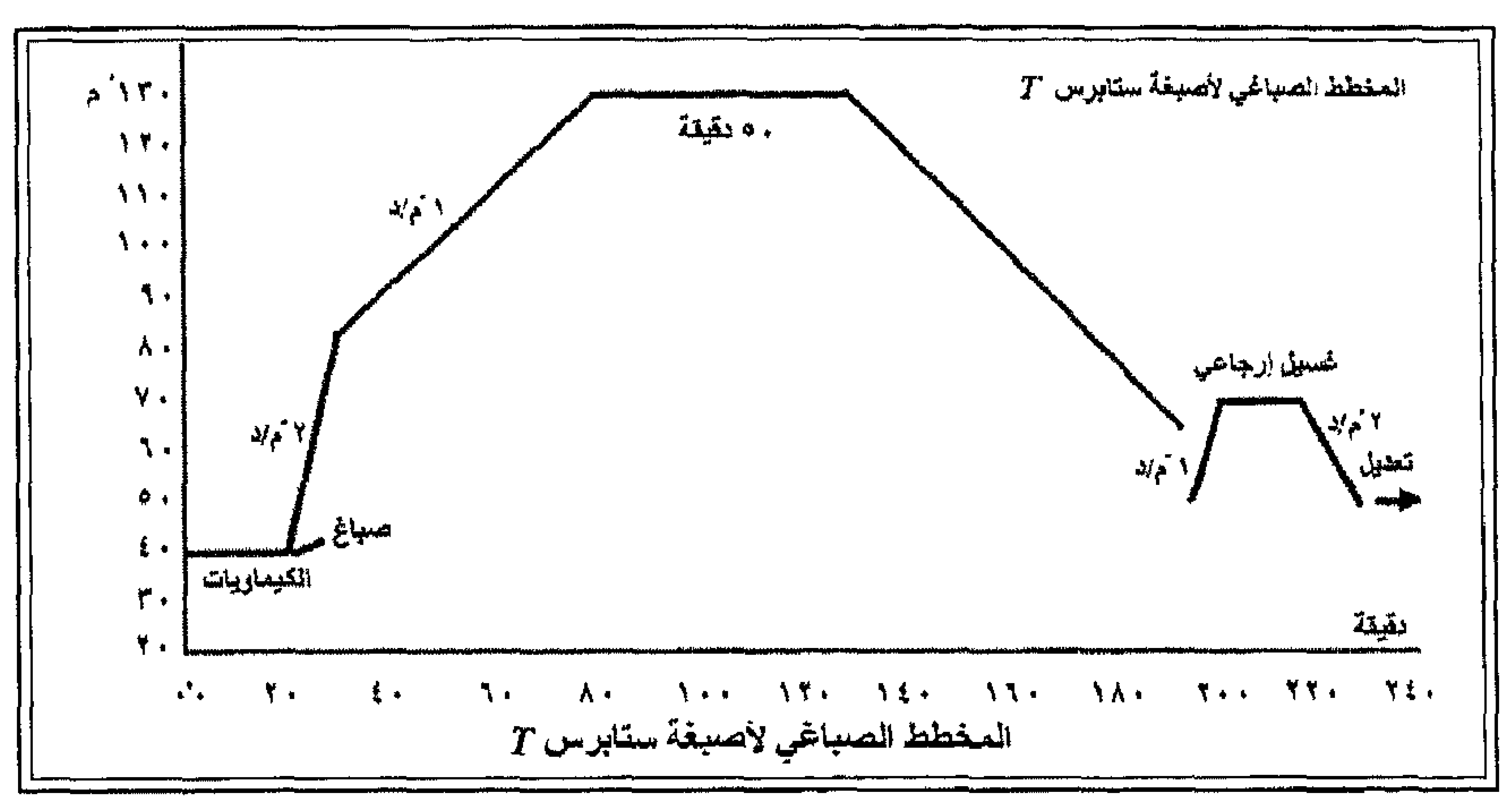
- إمكانية تطبيق الأصبغة كبيرة الحجم الجزيئي وذات الثباتيات العالية.
- زمن صباغة أقصر مع درجة استنزاف أعلى للأصبغة.
- تجاوز مشاكل الكارير: غسيلاً وبيئياً.

لذا فإنها أكثر اقتصادية من طريقة الكارير ومع ذلك فإن لتطبيقها معوقات عدة نجد منها:

- تزيد كلف آلات الضغط العالي ٣٠-٤٠ % عن آلات الضغط الجوي العادي.
- يستلزم تشغيلها تجهيزات ضغط بخار عالي وثابت.

ونبدأ لتطبيق عملية الصباغة بطريقة الحرارة العالية برفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠-٧٠°م، ونضيف الحمض والمواد المساعدة المطلوبة ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH:5-6 وننتظر ١٠ دقائق نبدأ بعدها بضخ السائل الصباغي المصفى وننتظر ٥-١٠ دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١-٢ °م/د، ويمكننا رفع هذا المعدل مع أصناف قصيرة الحبل نسبياً، ونستمر بمرحلة التخمير عند الدرجة ١٣٠°م

لمدة ١٥-٦٠ دقيقة حسب درجة عمق اللون وقدرة الصباغ الذاتية على التسوية، إذ أن هناك بعض الأصبغة الضعيفة التسوية مثل الديسبرس الأزرق ١٦٥، أو الديسبرس الأحمر ١٥٢...، لذا ولمثل هذه الأصبغة حتى وإن وصلنا معها لمعدلات الاستنزاف الجيدة فإنها تحتاج لزمن تخمير إضافي ولعوامل تسوية مميزة، ونبرد في النهاية وصولاً للدرجة ٨٠°م ونقارن اللون باللون المطلوب لإجراء ما يلزم من إضافات والعودة بدرجات الحرارة حتى ١٣٠°م من جديد.



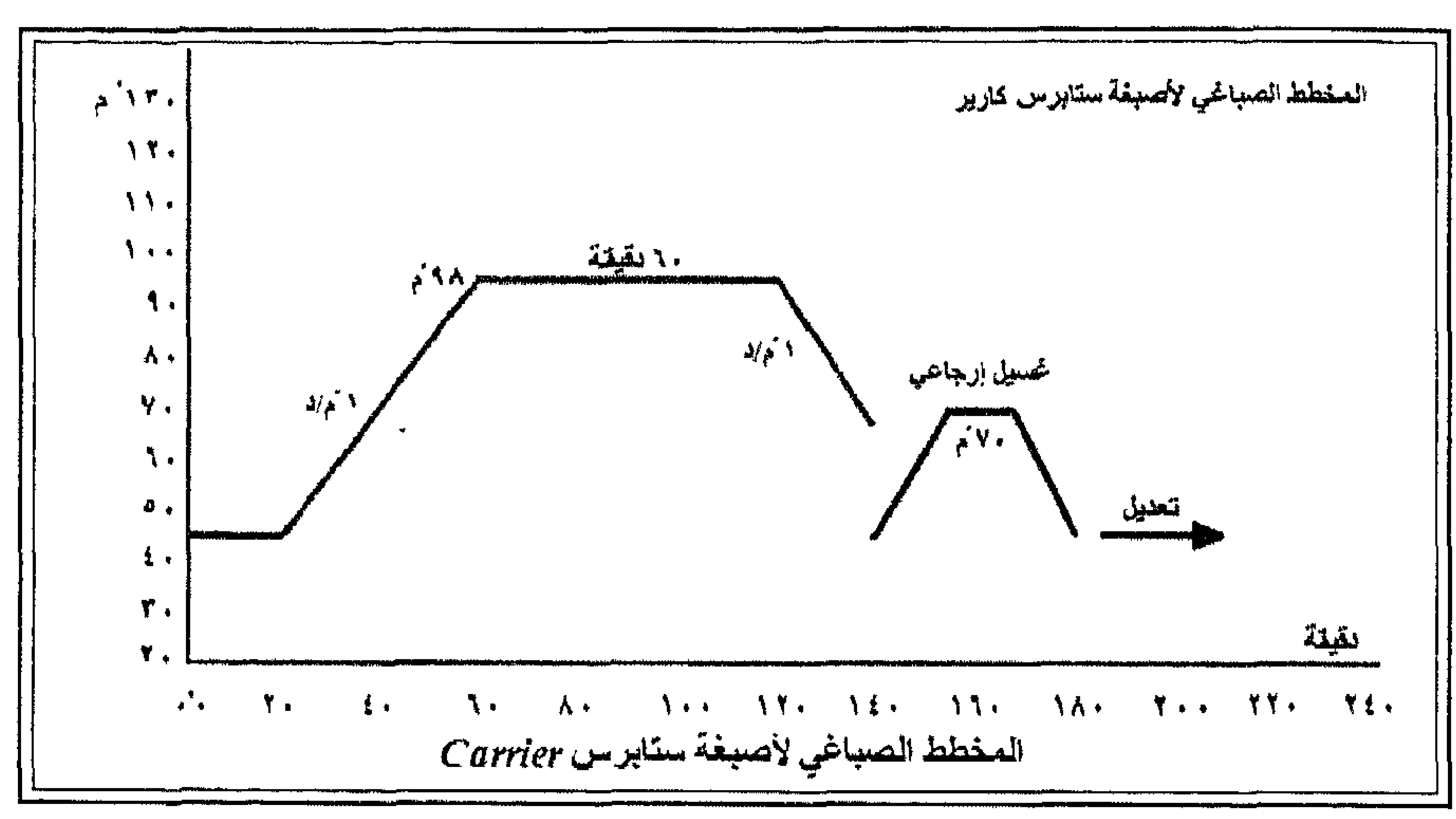
الشكل ٤٦: تطبيق أصبغة ستابرس T لشركة ستاش بطريقة الحرارة العالية

ويتوجب علينا الإبطاء بالتبريد قدر الإمكان منعاً للتكسير، ومن الضروري الإشارة هنا إلى أنه وبالوصول لدرجة حرارة معينة وبوجود أصبغة غير ممتزة وقابلة للتبلور أو بوجود الأوليغوميرات بكميات كافية نشهد تدرجاً لونياً ما يستوجب متابعة تدوير القماش إلى ما دون الدرجة ١٠٠°م قبل التوقف.

ويُنصَح أحياناً لبعض أنواع الخامات القابلة للتكسير أو الضعيفة الحياكة أن نحاول العمل بشروط نخفض فيها درجة حرارة الحمام الصباغي دون الدرجة ١٣٠°م بإضافة بعض الكارير.

٦-٣-٢- الصباغة بطريقة الكارير: يمكننا بالاعتماد على الكارير تطبيق

مجموعة كبيرة من الألوان بما فيها الأسود شرط استخدام أصناف أصبغة معينة وبثباتيات دون تلك التي يمكننا الوصول إليها بالحرارة العالية، ومن الضروري كما سبق ومر معنا التخلص من كامل بقايا الكارير قبل تطبيق عمليات الإنهاء عند درجات الحرارة العالية والجافة وبخاصة مع الألوان الغامقة. وترتبط طريقة الصباغة بالكارير بشكل وميزات آلة الصباغة أولاً ونوعية خيوط ومواصفات الخامات المراد صباغتها ثانياً، ومع ذلك يمكننا توصيف طريقة العمل على الشكل ٤٧:



الشكل ٤٧: مخطط تطبيق أصبغة ستابرس Carrier

نرفع درجة حرارة الحمام حتى الدرجة ٦٠°م ونضيف الحمض والكارير بعد استحلابه بماء دافئ والعوامل المساعدة المطلوبة وندور لمدة ٥-١٠ دقائق، ونتأكد من درجة الحموضة بحيث تكون pH:4-5 ثم نضيف محلول الصباغ المصفى ببطء وندور لمدة ٥-١٠ دقائق ونبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١ درجة/دقيقة وننتظر عند درجة حرارة الغليان ٦٠-٩٠ دقيقة نبرد بعدها ونقارن مسطرة اللون.

إن من أهم ميزات العمل بطريقة الكارير هي التخلص من مشكلة الأوليغوميرات التي تنسلخ عن خيوط البولي استر بشروط درجات الحرارة العالية.

٧- **المعالجة بعد الصباغة:** تجري جميع المعالجات بعد الصباغة للتخلص من جميع المواد والبقايا الصباغية الممتزة على سطح الخيوط بهدف رفع ثباتياتها لحدودها العظمى، لذا فإننا نلجأ للشطف والغلي والغسيل الإرجاعي بحسب درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة وطبيعة المواد المساعدة المستخدمة وشروط العملية الصباغية.

ومن الضروري في حال استخدام الكارير في عملية الصباغة معالجة القماش المصبوغ عند درجة الحرارة ١٥٠°م الجافة لضمان التخلص من كامل آثار الكارير خاصةً وباقي المواد المساعدة عامةً، كي لا تتسبب بتراجع الثباتيات فيما لو بقيت حتى مرحلة التثبيت عند الدرجة ١٨٠°م فما فوق، إذ تسبب بقاياها عند الدرجة ١٨٠°م فما فوق تراجعاً ملحوظاً في الثباتيات وخاصة على النور بسبب الهجرة الحرارية الناشئة والتي تعني هجرة أو انتشار معاكس للصباغ من عمق الخيوط إلى سطحها، ويتم الإنهاء عادةً بحمام غسيلٍ إرجاعي أو غلي.

٧-١- الغسيل الإرجاعي: ويتم بمعالجة الأقمشة المصبوغة في حمام يحوي:

بناء حمام الغسيل الإرجاعي			
ماءات الصوديوم ٥٠%	هيدروسلفيت الصوديوم	منظف أو تسوية أو مزيل زيت	شروط العمل
٢ غ/ل	٢ غ/ل	١ غ/ل	١٥-٢٠دقيقة/ ٦٠-٧٠°م

وهناك من ينصح بالمنظف اللاشاردي خاصةً مثل شركة يورك شاير، وآخرون بغواسل الأصبغة الفعالة القادرة على ربط شوارد المعادن الثقيلة والأوليغوميرات ما يرفع من كفاءات التثبيت الحراري عند الدرجة ١٨٠°م.

٧-٢- عملية الغلي: ونلجأ لها عندما لا يكون هناك حاجة للغسيل الإرجاعي كما هو الحال عند الصباغة بدرجات الحرارة العالية مع أصبغة عالية الاستنزاف، إذ تتم المعالجة هنا لمدة ٣٠ دقيقة عند درجة حرارة ٨٠°م بوجود ١غ/ل منظف مع ٢غ/ل كربونات الصوديوم، ثم نشطف ونعدل، وقد

نلجأ لشطف أخير عند درجة حرارة ٥٠-٥٥°م للتأكد من تمام التخلص من بقايا حمام الصباغة وبقايا حمام الغسيل الإرجاعي على السواء.

٨- **إعادة التسوية:** تظهر علامات ضعف التسوية عادةً عند حصول خطأ ما في العملية الصباغية: كانقطاع حبل، أو عدم مراعاة معدلات رفع درجات الحرارة اللازمة المرتبطة بطول حبل القماش وغزارة تدفق السائل الصباغي والتي جدولتها شركة BASF كما في الجدول ١١٠:

الجدول ١١٠

معدلات رفع درجات الحرارة المناسبة لمعدلات دوران البضائع والمحلول بحسب BASF									
دوران المحلول : دورة/دقيقة	١	١.٥	٢	٢.٥	٣	٣.٥	٤	٥	٦
دوران البضاعة : رأس/دقيقة	-	٠.٥	٠.٧٥	١	١.٢٥	١.٥	١.٧٥	٢	-
معدل رفع درجات الحرارة : درجة / دقيقة عند مجال الاستنزاف الأعظمي	٠.٦	٠.٩	١.٢	١.٥	١.٨	٢.١	٢.٤	٣	٣.٦

إذ تظهر علامات انعدام أو ضعف التسوية بعدم تجانس اللون ما يستلزم حماماً جديداً مع ١٠-٢٠% من الصباغ وبدرجة حموضة pH:4-5 مع كارير وعامل تسوية بحدود التراكيز التي تنصح بها كل شركة، فشركة كلارينت مثلاً تنصح بِـ : ٣-٥ غ/ل كارير ديلاتين EN مع ٠-٢ غ/ل تسوية ليوجين DFT، وفي حال استخدامنا لأنواع الكارير من نمط الاسترات العطرية بتراكيز ٢-٣غ/ل " حسب درجة عمق اللون ونوع الصباغ وشروط العملية الصباغية " ودون الحاجة لإضافة عوامل تسوية لقدرة التسوية العالية لهذا النمط من الكارير.

٩- **التعرية:** يمكننا إجراء عملية تعرية بسيطة نخفف فيها من درجة عمق اللون بحمام يحوي كارير وعامل تسوية وبدرجة حموضة pH:4-4.5 لمدة ١-٢ ساعة، أما التعرية الكاملة أو شبه الكاملة فتتم بحمام قلوي بوجود هيدروسلفيت الصوديوم والكارير وعوامل التسوية بتراكيز تتلائم مع درجة عمق اللون ونوعية الأصبغة ودرجة حرارة وزمن التثبيت الحراري.

١٠- **اختيار الأصبغة:** تنصح شركة باسف باعتماد أصبغة الديسبرس التالية الواردة في الجدول ١١١ لتحقيق المواصفة المطلوبة :

الجدول ١١١

<table>
<tr><td colspan="3">اختيار بعض الأصبغة لبعض التطبيقات بحسب توصيات BASF</td></tr>
<tr><td colspan="2">الألوان الفاتحة :
تُستحسن المجموعة E</td><td>أصفر ٥٤ ، أحمر ٥٠ ، أزرق ٥٦
وقد نضطر للأورانجو ٢٥ والأزرق ٨٧</td></tr>
<tr><td colspan="2">الألوان الغامقة :
تستحسن المجموعة S</td><td>أصفر ٢٤١ ، أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٩٢ أو ١٦٧
ڤيوليت ٣٥ ، أزرق ٧٩</td></tr>
<tr><td colspan="2">الستائر والمفروشات :
ثباتية على النور</td><td>أصفر ٥٤ ، أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ٦٠ أو ٦٠ أو ٩٢ أو ١٦٧ ، ڤيوليت ٣٥ ، أزرق ٥٦ أو أزرق تركواز ٦٠</td></tr>
<tr><td>ألوان فاتحة للسيارات</td><td rowspan="2">ثباتية عالية على النور والحرارة</td><td>أصفر ٤٢ ، أحمر ٩١ ، ڤيوليت ٣٥ ، أزرق تركواز ٦٠</td></tr>
<tr><td>ألوان غامقة للسيارات</td><td>أورانجو ٢٩ أو ٣٠ ، أحمر ١٦٧ ، أزرق ٥٦</td></tr>
</table>

١١- نظام الاستنزاف " The V . Nember System ":

١١-١- مفهوم الاستنزاف: يتوجب علينا عند صباغة البولي استر بلون مركب من مجموعة أصبغة انتقاء مجموعة يمكنها أن تتطابق قدر الإمكان في سرع استنزافها أثناء عملية الصباغة من بدايتها لنهايتها ضمن التراكيز اللازمة لبناء اللون، ذلك لأن نسب الاستنزاف تتأثر أساساً بالتراكيز المستخدمة بصورةٍ عالية، فلو أخذنا صباغ الديسبرس الأحمر ٦٥ لوجدنا في مخططه عند رفع درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة في الدقيقة أنه وبالوصول للدرجة ١٢٠°م تكون نسب الاستنزاف بحسب التركيز على الشكل ٤٨:

نسبة الاستنزاف المئوية لتراكيز مختلفة لصباغ الديسبرس الأحمر ٦٥ بحسب يورك شاير
عند رفع الحرارة بمعدل ١°م / دقيقة

التركيز	٠.١٢%	١.٢%	٢.٤%
نسبة الاستنزاف المئوية	٩٠%	٥٤%	٣٤%

الشكل ٤٨

لذا فإننا وعندما نأخذ مزيجاً من الصباغين سيرلين أصفر 3GL150% وأزرق 3RLN فإن نسب استنزافهما تتباين بين الوصفتين A & B وتتباعد خطوطهما على الشكل ٤٩:

تباين نسب استنزاف صباغين بتغير تركيزهما بحسب يورك شاير		
الصباغ	الوصفة A	الوصفة B
سيرلين أصفر 3GL 150%	٠.٠٦%	٠.٠٥%
سيرلين أزرق 3RLN	٠.٤%	٤.٨%

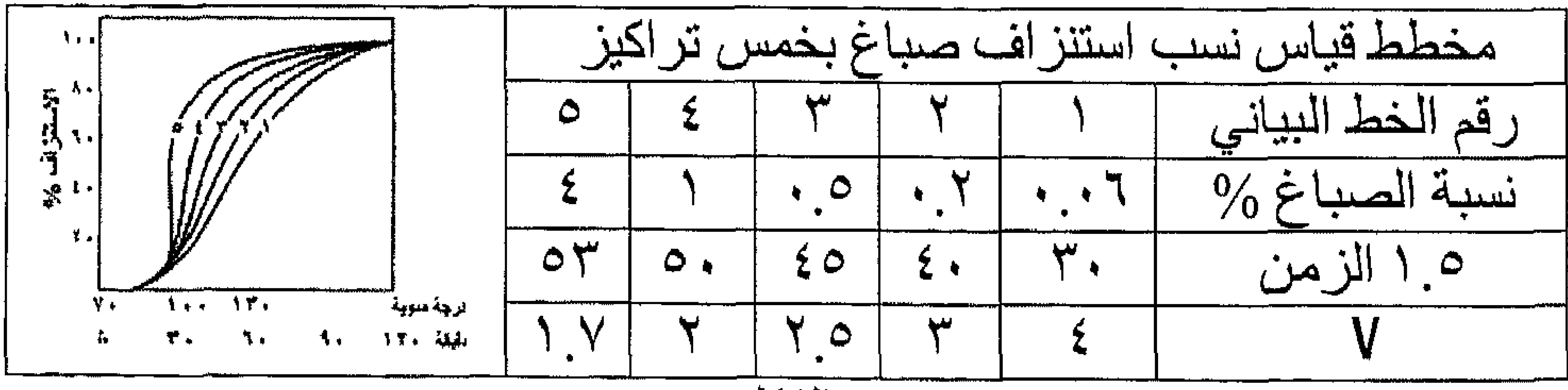
الشكل ٤٩

لذا فإنه يتوجب علينا معرفة مخططات الاستنزاف وفق مختلف التراكيز للأصبغة المستخدمة قبل مزجهما بنسبٍ معينة، مع الأخذ بعين الاعتبار بتأثيرات: درجة الحرارة، الزمن، نسبة الحمام، نوعية الخيوط، المواد المساعدة الداخلة في بناء الحمام الصباغي، تراكيزالأصبغة، وبعض الشروط الثانوية الأخرى.

١١-٢- قياس نسب الاستنزاف: نطبق عملية الصباغة على كل صباغ بشكلٍ منفرد ووفق شروط الجدول ١١٢، إذ نبدأ الصباغة عند الدرجة ٧٠°م ونرفع درجة حرارة الحمام بمعدل درجة واحدة / دقيقة وصولاً للدرجة ١٣٠°م التي نستمر عندها ساعة كاملة، ونأخذ المساطر على التوالي ونقرأها على السبكتروفوتومتر مع إعادة الصباغ لبواقي الحمام وقراءتها أيضاً، ونرسم الخط البياني الموافق لمعدلات الاستنزاف بأخذ القيمتين عند منتصف ونهاية الزمن لتحديد المكافئ V، ويتم القياس على عدة تراكيز لكل صباغ ونرسم خطوط الاستنزاف الموافقة وفق الشكل ٥٠

الجدول ١١٢

شروط تجربة قياس نسب الاستنزاف				
العامل	نسبة الصباغ	حمض الخل	عامل مبعثر سالب	نسبة الحمام
الكمية	٣%	١ غ/ل	١ غ/ل	٢٠/١



مخطط قياس نسب استنزاف صباغ بخمس تراكيز					
رقم الخط البياني	١	٢	٣	٤	٥
نسبة الصباغ %	٠.٠٦	٠.٢	٠.٥	١	٤
١.٥ الزمن	٣٠	٤٠	٤٥	٥٠	٥٣
V	٤	٣	٢.٥	٢	١.٧

الشكل ٥٠

١٢- مبادئ معالجة الأوليغوميرات والترايميرات في حمام الصباغة: غالباً ما تتداخل التريميرات الحلقية مع الأوليغوميرات ما يجعلهما يتسببان بنفس القدر من المشاكل أثناء العملية الصباغية، إذ يتحرك كل منهما بتأثير الحرارة من المناطق اللابلورية لسلاسل البولي استر ما يجعل سرعة تحركها مرتبطة بشكل أساسي بدرجة الحرارة، وبالتالي فإن أعلى معدلات هجرتها من الخيوط باتجاه الحوض الصباغي تجري عند مراحل طور الحرارة العالية ١٣٠°م فأكثر، وبخاصة عند ازدياد زمن هذا الطور بحيث نصل لدرجة الإشباع التي يبدأ بعدها قسم منه بالتبلور والترسب غير المنتظم على جدران الآلة والبضائع المراد صباغتها على شكل غبار غير ملون بذاته ولكنه يكتسب لونه لما يمتصه من أصبغة ومكونات ملونة في الحوض الصباغي، ويبقى قسم منه دواراً ومنحلاً في الحمام طوال زمن العملية الصباغية ليبدأ بالترسب مع بدء طور التبريد على الحواشي وخطوط تكسير النسيج الدوار وبشكل ظاهر للعين المجردة، ويمكننا تجنب حدوث هذه الظاهرة بعدم السماح بترسب الأوليغوميرات أو التريميرات لأكثر من ١.٥% بالأخذ بالقواعد التالية:

أ- إجراء العمليات الصباغية عند أخفض درجات حرارة ممكنة " ١٢٥°م " إن أمكن والإقلال من زمن العملية الصباغية قدر الإمكان بالاعتماد على كميات بسيطة من الكارير.

ب- المحافظة على أعلى درجات تبعثر للأوليغوميرات وخفض معدلات ترسيبها بإضافة بعض المواد المساعدة التي يمكنها ربط الأوليغوميرات أو إذابتها كبعض الحموض الكربوكسيلية أو استرات بولي غليكول ايتر الأغوال الدسمة، بعض مشتقات كلور الايتيلين، بعض أنواع الايتوكسيلات، وأخيراً بعض مشتقات مركبات الأمونيوم الرابعية التي تستخدم عادة لتنظيف الآلات.

ج- منع نموها وتضخمها أثناء مرحلة التبريد بإجراء عملية تفريغ الحمام بحقن الماء الساخن أيضاً، أو محاولة تفريغ الحمام على الساخن وتحت الضغط إن كانت صمامات الآلات وأوعية التمدد فيها تسمح بذلك.

د- تطبيق حمام غسيل إرجاعي بوجود عامل فعال سطحياً وهيدروسلفيت الصوديوم أو بديله مع الصود الكاوي عند الدرجة ٨٠°م ليتبعه شطف بارد وحمام تحميض مناسب.

هـ- إضافة بعض المطريات اللاشاردية أو الشاردية السالبة أو مضادات التكسير المزلقة لتلطيف دوران النسيج في الحمام.

و- إجراء عمليات تنظيف دورية لآلات الصباغة بغليها تحت الضغط وبإضافة بعض المذيبات أو مركبات الأمونيوم الرابعية للتخلص من الأوليغوميرات والتريميرات المترسبة على الشكل في الجدول ١١٣ :

الجدول ١١٣

بناء حمام التنظيف الدوري لآلات الصباغة بحسب BASF	
المادة	الجرعة
هيدروسلفيت الصوديوم	١-٢ غ/ل
ماءات الصوديوم ٣٨° بوميه	٤ مل/ل
منظف كاتيوني من فئة مركبات الأمونيوم الرابعية	٣ غ/ل
عامل بعثرة واستحلاب من فئة ايتوكسيلات الأغوال الدسمة	١ غ/ل


صورة مجهرية للأوليغومير من إصدارات شركة BASF

الشكل ٥١

البحث الثاني

صباغة خيوط البولي أميد

١- **مقدمة:** يعتبر البولي أميد من أكثر الخيوط التركيبية قابلية للصباغة، إذ تبلغ درجة حرارة تزجج سلاسلها التماثرية نحو ٥٠°م، وتكون مناطقها اللابلورية بشروط درجات حرارة الغليان تحت الضغط الجوي قابلةً للصباغة للزلوقية العالية لسلاسلها والتي تُمَكِن الجزيئات الصباغية من التغلغل بسهولة ويسر لعمق الخيوط ، وتؤمن الزمر الأميدية عند نهايات السلاسل مواقع تتشكل عليها أملاح مع الأصبغة الحمضية الحاوية زمراً حمضيةٍ سلفونية:

$$Dye --- SO_3 + H_2N \rightarrow Dye --- SO_3^- H_3N^+ ---$$

الأملاح المتشكلة من ارتباط الأصبغة الحمضية مع الزمر الأمينية للبولي أميد

كما تقدم الزمر الأميدية المتكررة مراكزِ للارتباط الهيدروجيني مع الجزيئات الصباغية ما يُسهلُ صباغتها بشروط الضغط الجوي العادي، وبألفةٍ متميزة لمعظم أنواع الأصبغة: ، مبعثرة " ديسبرس "، حمضية، معدنية معقدة، مباشرة، فعالة...، وبثباتيات تتراوح بين الضعيفة والممتازة... وتنوع في درجات الحموضة اللازمة للحمام الصباغي من الحمضية للقلوية، ومع ذلك فإن أكثر الأصبغة اعتماداً هي الأصبغة الحمضية والمعدنية المعقدة. وبرغم من أننا نستشف مما سبق أن قابلية البولي أميد الشديدة لتشرب معظم أنواع الأصبغة على أنها ميزة، فإنها تشكل مشكلة كبيرة عند صباغة الخامات المحاكة من مكوناتٍ أخرى كالبولي أستر أو السيليلوز، فعند صباغة مثل هذه الخامات وبوجود أصبغة معلقة وحمضية ومباشرة مثلاً وبشروط الحرارة العالية فإن البولي استر سيتشرب الأصبغة المعلقة، في حين أن النايلون سيتشرب الأصبغة الحمضية والمباشرة، أما السيليلوز فسيتشرب ما تبقى من الأصبغة المباشرة، ولو أعدنا ذات التجربة بشروط الضغط الجوي العادي، فستتوزع الأصبغة المعلقة بين البولي استر

والنـايلون، وكـذا الحـال بالنسـبة للأصـبغة المباشـرة التـي ستتوزع فيمـا بـين النايلون والسيليلوز، أما الأصبغة الحمضية فستخص النايلون وحده، وهكذا فإن ألوان الخيوط الثلاثة ستتغير في كل مرة بحسب: درجة حموضة الحمام، وجود الكارير ونسبته، زمن البقاء عند أعلى درجة حرارة يصلها الحمام، إضـافة الملـح وكميتـه، نوعيـة وفعاليـة عوامل التسـوية المسـتخدمة فيمـا بـين مؤخرة أو مبعثرة.

٢ـ مبادئ صباغة البولي أميد: سنعرض هنا للمبادئ التي طرحتها شركة كلارينت كمثال تطبيقي غني في تقسيم وتبويب الأصبغة التي درج الصباغون على تطبيقها في صباغة خيوط البولي أميد، إذ توزع كلارينت أصبغتها في مجموعات خاصة بحسب مجموعة الخواص والثباتيات التي تتميز بها كلِ مجموعةٍ عن أخرى:

آ ـ أصـبغة النـايلوزان E: تتـألف هـذه المجموعـة مـن عـددٍ مـن الأصـبغة الحمضية المتآلفة مع بعضها البعض، وقد اختيرت بعناية فائقة بحيث نتجنب باستخدامها مشاكل التقليم وبخاصة عندما يضاف للحمام عامل تسوية ملائم.

وتتميز هذه الأصبغة بألوان زاهية وثباتية عالية على البلل، ومع ذلك يمكننا ولمزيد من الثباتية معالجتها بمثبتات خاصة أو بمزيجٍ من حمضي العفص والطرطير.

ب ـ أصبغة النايلوزان N: اختيرت هذه المجموعة من الأصبغة التـي يمكن للبولي أميد أن يتشربها بوسطٍ معتدل، كما يمكن تطبيقها بوجود عامل تسوية من حمام يحوي كبريتات الأمونيوم، وتتميز بتسويتها الملحوظـة سواء أكانت على شكل صباغ وحيد أو مركب، وتتميز عن مجموعة النيلوزان E بثباتيتهـا علـى البلـل بشـكلٍ واضـح، ومـع ذلـك يمكننـا رفـع ثباتياتهـا أيضـاً بمعالجتهـا بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير.

ج ـ أصـبغة النـايلوزان F: وتتميـز بإمكانيـة تطبيقهـا مـن وسـطٍ معتـدل أو ضعيف الحموضة مع عامل تسوية لتعطي عملية صباغة عالية الثباتية للبلل ومنهـا جـاءت الدالـة F فـي التسمية لأن F= fast = Solide " وبالتـالي لا

حاجة معها لعملية التثبيت بالمثبت أو بمزيج حمضي العفص والطرطير، ولهذه المجموعة أفضلية خاصة عن غيرها مع الألوان الغامقة، كما يمكننا استخدامها بالطرق المستمرة بمزجها مع أصبغة اللانازين.

د ـ أصبغة اللانازين S : تتميز هذه المجموعة من الأصبغة المعدنية المسلفنة ٢:١ بملائمتها لجميع أنواع البولي أميد لتعطي عملية صباغة متجانسة ومنتظمة ضمنَ مجالِ ألوانٍ واسعٍ مع ثباتيات متميزة تجاه الماء والضوء بشرط التجهيز الأولي الجيد قبل الصباغة تحاشياً من وجود ما يحد من تغلغل الأصبغة وانتشارها لعمق الخيوط وبالتالي تراجع ثباتياتها، ولا يُنصَح برفع درجة حرارة حمامها لدرجة الغليان إلا في بعض الحالات الاستثنائية.

هـ ـ أصبغة مختارة من الدريمارين: تمتلك بعض الأصبغة الفعالة من نوع دريمارين Z و X الخاصة بالألياف السيليلوزية ألفةً عالية للبولي أميد عندما يتم تطبيقها بوسط حمضي لتعطي صباغة عالية الثباتية جداً للبلل برغم عدم وجود أي ارتباط كيماوي بين الأصبغة وبين الخيوط.

و ـ أصبغة الارتيزيل: تتمتع بعض الأصبغة المبعثرة " الديسبرس " بألفةٍ عاليةٍ تجاه البولي أميد دون أن تكون لها الحساسية لدرجة الحموضة، ولكن أشد ما يعيبها تلك الثباتية الضعيفة على الغسيل بالمقارنة مع الأصبغة الحمضية، وفيما عدا ذلك نجد أنها تحقق عملية صباغة متجانسة ولمعان لون على مختلف أنواع البولي أميد، وإمكانية صباغة بالوسط الحمضي تمكننا من توليفها مع الأصبغة الحمضية.

٣ ـ العوامل المؤثرة على حمام الصباغة:

٣-١- الحمض: ترتبط درجة الحموضة المثلى لحمام الصباغة بدرجة عمق اللون وإن كانت تتراوح بين الحمضية والقلوية الضعيفتين، إذ تتناقص الهجرة بصورةٍ ملحوظة بازدياد درجة الحموضة، وتتزايد باتجاهنا نحو القلوية لتسبب الهجرة المتأخرة في الحمام والتي ترفع من درجة التسوية، وتؤمن أعلى مستويات التجانس والاستنزاف، ومع ذلك يستحسن إضافة عوامل تسوية لضمان أعلى درجة تسوية وتجانس ممكنة.

٣-٢ـ <u>عوامل التسوية:</u> اعتمدت كلارينت مجموعة عوامل تسوية متباينة التركيب والغرض مثل :

١ - الساندوجين NH: عامل تسوية موجب، يستخدم مع الأصبغة الحمضية، المعدنية المعقدة، الكرومية، ولكونه موجب الشحنة فإنه يلعب دور العامل المؤخر في مرحلة رفع درجة حرارة الحمام، وصولاً لاستنزاف مثالي للحمام.

٢ - الليوجين PAM: عامل تسوية شاردي سالب لإزالة التقليم الصباغي عند تطبيق الأصبغة الحمضية بتعزيزه من معدلات الهجرة.

٣ - الليوجين P: عامل تسوية شاردي سالب لإزالة التقليم الصباغي للبولي أميد.

٤ ـ تطبيق أصبغة اللانازين S: ترتبط تقنية العملية الصباغية عموماً بنوعية الأصبغة المستخدمة أولاً، وبالتجهيزات المتوفرة من طراز وحجم آلة الصباغة وطبيعة الخامة ومواصفاتها ثانياً، ودرجة الحرارة المطلوبة العمل عندها ثالثاً، ووضعت كلارينت ثلاثة طرق رئيسة لتطبيق أصبغة اللانازين S، وهي:

<u>٤-١- الطريقة النظامية :</u> ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول ١١٤ :

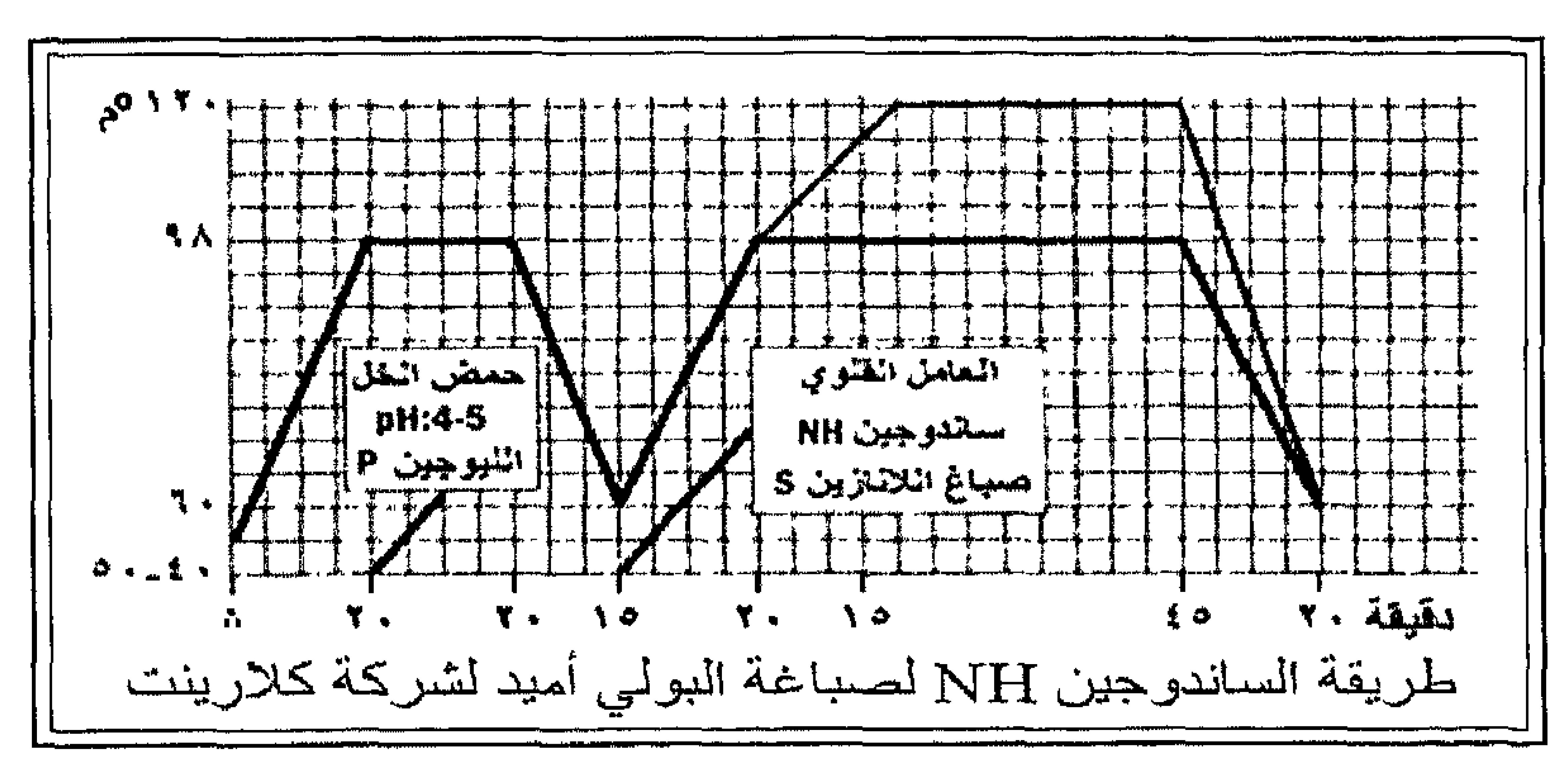
الجدول ١١٤

حمام الطريقة النظامية أصبغة اللانازين S من كلارينت		
المادة	الكمية	المواد المساعدة الصباغ
صباغ	ما يلزم	
عامل تسوية مثل: ساندوجين NH أو ليوجين PAM	٠.٥-٢%	
كبريتات النشادر	١-٤%	

وتستلزم أية إضافة صباغية التبريد حتى الدرجة ٧٠ °م ومن ثم إعادة رفع الحرارة من جديد.

<u>٤-٢- طريقة الساندوجين NH:</u> وتبدأ المعالجة هنا في وسط حمضي pH:4-5 مع الليوجين P برغم أنه يستلزم نسبةً عالية من موادِ التسوية عند اختلاف

أنواع الخيوط وتباينها في ألفتها نحو الأصبغة، ويجري تطبيق الحمام على مرحلتين أساسيتين، الأولى بضبط الحموضة بوجود حمض الخل مع الليوجين فقط ورفع درجة الحرارة حتى الغليان لتتبعها مرحلة تبريد حتى الدرجة ٦٠°م حيث يضاف الصباغ وتضبط الحموضة عند pH:6-7 بإضافة قلويات لطيفة مثل ثنائي فوسفات الصوديوم، البوراكس $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ، ماءات الأمونيوم...ونتبعها بالساندوجين NH كما هو في الشكل ٥٢.



الشكل ٥٢

٤-٣- طريقة الساندسيد **V**: ويمكننا الحصول بهذه الطريقة على صباغةٍ مثالية مهما اختلفت شروط العمل بالآلة، إذ أن الساندسيد V مادة حمضية تتفكك بالماء الساخن ببطء كحمضٍ عضوي حتى الوصول لدرجة الحموضة المطلوبة، ويمكننا ضبط درجة الحموضة والوصول إليها من خلال كمية الساندسيد V المضافة ودرجة حرارة الحمام الصباغي وهذا ما يمنحنا بالطبع إمكانية العمل لساعاتٍ عدة بدرجة حموضة ثابتة، ويتم تطبيق هذه الطريقة وفق الخطوات:

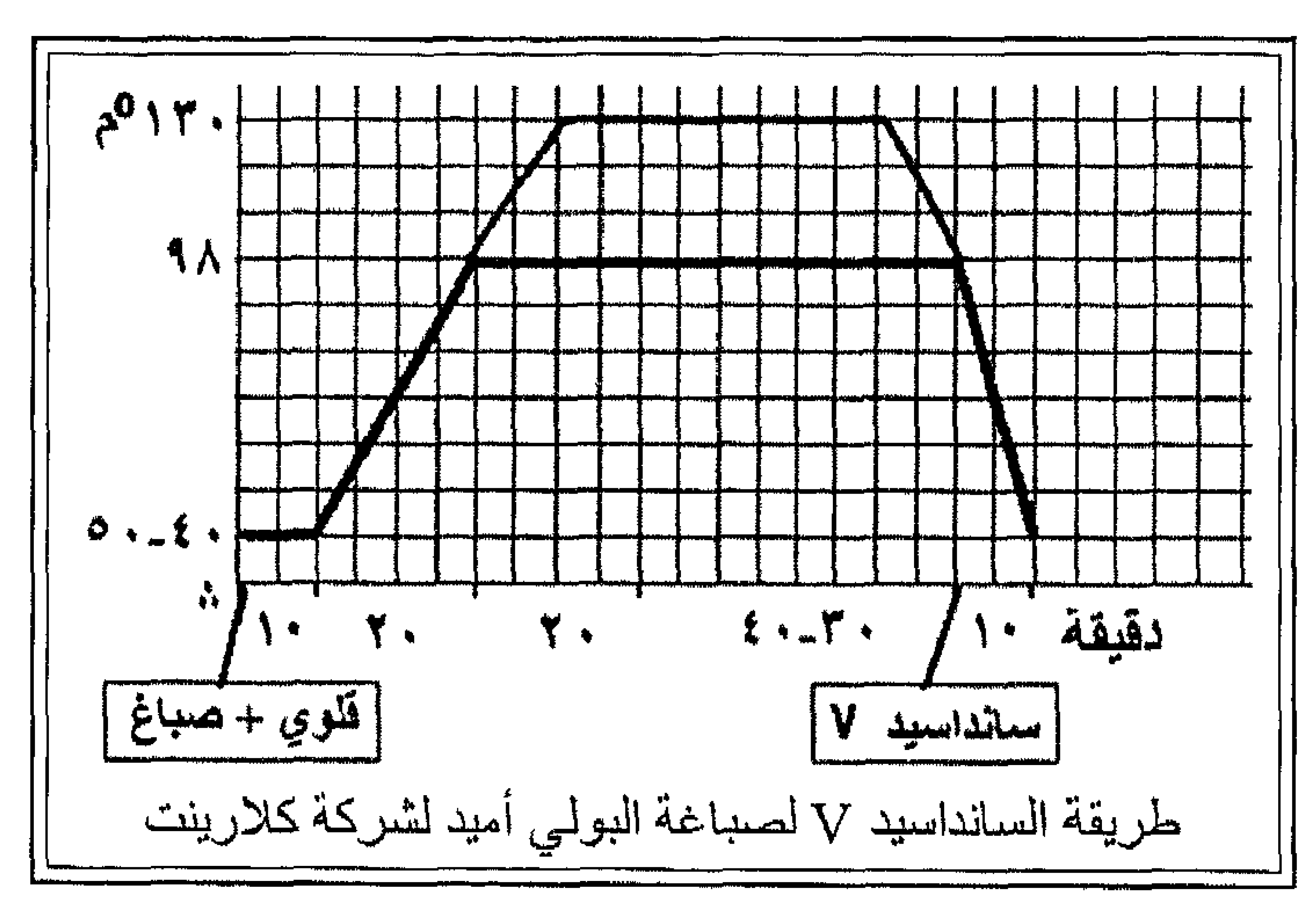
١- نبدأ الصباغة عند درجة قلوية pH:8-10 بإضافة البوراكس أو محلول ماءات الصوديوم ٣٦ بوميه للوصول للشروط المثالية لهجرة الأصبغة في مرحلة توزعها الأولي.

٢- نبدأ رفع درجة الحرارة بسرعة حتى الوصول لحرارة الغليان محاولين

إحكام إغلاق الآلة قدر الإمكان للوصول لأعلى درجة حرارة ممكنة.

٣- نحافظ على درجة حرارة الغليان " ١٠٠°م " لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة للوصول لأعلى معدل هجرة ممكنة.

٤- نضيف ما يلزم من الساندسيد V للوصول لدرجة الحموضة الضعيفة المطلوبة pH:6 حيث تبدأ مرحلة تثبيت الصباغ، ونرى في الشكل ٥٣ طريقة العمل بطريقة الساندسيد V :



الشكل ٥٣

البحث الثالث

صباغة خيوط الأسيتات

١ـ المقدمة: لعب استبدال زمرة هيدروكسيل السلسلة السيليلوزية بزمرة أسيتيل دوراً كبيراً جداً في تغيير مواصفات السيليلوز، وما يهمنا هنا التغيير الكبير الحاصل تجاه الأصبغة التي يألفها السيليلوز عادةً أي الأصبغة: المباشرة، الفعالة، النفتول، الأحواض، الكبريتية، وكلها أصبغة غير قادرة على صباغة خيوط الأسيتات، وقد فُسِرَت هذه الظاهرة على أساس أن بنية السيليلوز المؤستل ضعيف الألفة نحو الماء من جهة، ويقاوم الانتفاخ من جهةٍ أخرى، لذا فإن صباغتها لم تتيسر بادئ ذي بدء.

ولوحظت فيما بعد قدرة خيوط الأسيتات على امتزاز المواد العضوية غير الحلولة بالماء اعتباراً من المعلق المائي، وهكذا بدأت مرحلة البحث عن أصبغة معلقة فكان الوصول لأصبغة آزو معلقة من قبل هولاند كما هو حال صباغ الديسبرس الأصفر ٣، ومن ثم وفي عام ١٩٢٤ تمكن باديلي من الوصول لمشتقات أمينوانتراكينون كما هو حال صباغ ديسبرس أزرق١.

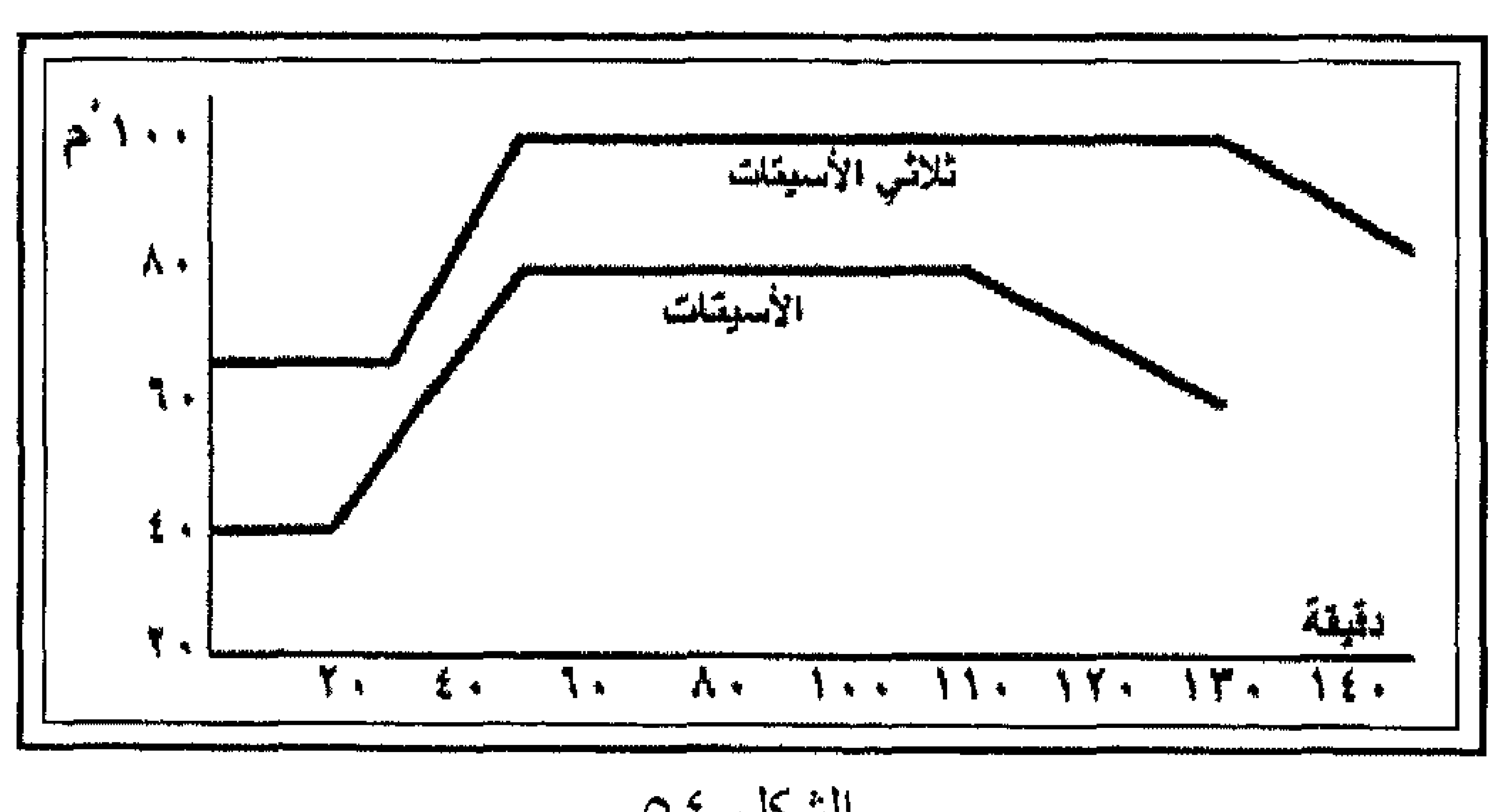
واتسعت دائرة البحث حول الأصبغة المعلقة بعد ظهور خيوط البولي استر الأقل ألفة للماء من خيوط الأسيتات حتى وصلت إلى ما آلت إليه اليوم، حيث تم تفهم آلية العملية الصباغية بالأصبغة المعلقة على أساس أن قسماً بسيطاً جداً منها ينحل بالماء ويتكتل الباقي غير المنحل من جزيئات المعلق لتحافظ على درجة إشباع المحلول.

٢ـ تطبيق العملية الصباغية:

نبدأ الحمام الصباغي بإضافة الحمض لضبط الحموضة عند pH:5-6 لخيوط الأسيتات و pH:4.5-5 لثلاثي الأسيتات، وتوصي كلارينت لتطبيق المبيض الضوئي ليكوفور السائل EHT بإضافة ١مل/ل حمض نمل ٨٥% للأسيتات، وبإضافة ٢ مل/ل حمض نمل ٨٥% لخيوط ثلاثي الأسيتات، ثم نضيف عامل التسوية الملائم ونرفع درجة الحرارة حتى ٤٠°م وندور مدة

٢٠ دقيقة لنبدأ بإدخال الصباغ المصفى جيداً ونتريث حتى تمام التوزع ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بمعدل ١.٥-٢ درجة/دقيقة حتى الوصول للدرجة ٧٠-٨٥°م لخيوط الأسيتات، ونستمر عندها لمدة ساعة واحدة أو للوصول لدرجة عمق اللون وتسويته المطلوبتين، أما خيوط الثلاثي أسيتات فنتابع رفع درجة الحرارة حتى ١٠٠°م لتحقيق درجة الامتصاص التي يحققها الأسيتات عند ٨٥°م، لذا ومع ثلاثي الأسيتات يمكننا البدء عند الدرجة ٦٥°م بدلاً من ٤٠°م للأسيتات، ذلك لأن امتصاص خيوط ثلاثي الأسيتات يستمر ضعيفاً جداً حتى بلوغنا درجة حرارة ٨٠°م، وتحتاج عند الدرجة ١٠٠°م لزمنٍ قد يصل حتى الساعة والنصف نبرد بعدها وننهي الحمام ثم نشطف بدرجة حرارة ٥٠°م من أية بواقٍ صباغية على السطح كما في الشكل ٥٤.

ويمكننا صباغة خيوط الأسيتات عند الدرجة ١٣٠ °م كما هو الحال مع البولي استر دون أي تخوف ولنحصل بذلك على ثباتيات أفضل وخاصة على البلل بسبب اختراق الجزيئات الصباغية لأعماق الخيط.



الشكل ٥٤

وتتميز خيوط ثلاثي الأسيتات عن الأسيتات بإمكانية تثبيتها حرارياً عند الدرجة ١٩٠°م قبل الصباغة ما يزيد من نسبة المناطق المتبلورة في الخامة وبالتالي تراجع قدرة انتشار واختراق الأصبغة إلى العمق، وبذلك يمكن لخيوط ثلاثي الأسيتات الدخول في تنافس واضح مع الخيوط التركيبية الأخرى لا يحسمها إلا اقتصادية العمل.

البحث الرابع

صباغة خيوط البولي اكريلونتريل

١ـ **مقدمة:** تُحضَر خيوط الاكريليك التركيبية ببلمرة الاكريلونتريل لتعطينا خيوطاً صعبة الصباغة لسببين:

- درجة حرارة تزججها ما بين ١٠٠ ـ ١١٠°م.
- عدم احتوائها أي زمرةٍ يمكنها تشكيل روابط مع جزيئات الأصبغة.

واستطاع العلماء تجاوز هذه المشكلة بإدخال وحيدات حد " مونوميرات " أخرى في بنية السلاسل البوليميرية لنحصل على البولي ميرات التقابلية أي Ter polymers الحاوية على الاكريلونتريل بنسبة ٨٥ ـ ٩٤% مع وحيد حد يقدم مراكز صباغية مثل: ٢ ـ ڤينيل البيريدين، حمض الايتاكونيك، ولأحاديات حد خافضة لدرجة حرارة التزجج مثل: ميتاكريلات، اكريلات.

وفي حين أنه يمكننا صباغة الاكريليك الحاوي على أحاديات حد تشاركية أساسية بأصبغةٍ حمضية فإنه لا يمكننا صباغة الخيوط الحاوية أحاديات حد حمضية مثل حمض الإيتاكونيك إلا بأصبغةٍ أساسية.

٢ ـ ڤينيل البريدين " موجب: أصبغة حمضية سالبة "	(N) CH=CH₂	حمض الإيتاكونيك " سالب: أصبغة أساسية سالبة "	$H_2C=C(CH_2\text{-}COOH)(COOH)$

وهكذا تتكون خيوط الاكريليك المنتشرة تجارياً من بولي ميرات تشاركية للاكريلونتريل مع أحاديات حد أخرى، وتتباين فيما بينها بنسب ونوعيات أحاديات الحد التشاركية، لِذا فإنها ولانخفاض درجة حرارة تزججها تبدي حساسية عالية تجاه معدلات ارتفاع درجة الحرارة ما يستلزم ضبط رفع درجات حرارتها وفقَ مخططٍ مدروسٍ بدقة بحسب طبيعة الصباغ وخواص الخيوط، وعدم رفع درجة حرارتها عن ١١٠°م.

تتم بلمرة البولي اكريلو نتريل بتقنية البلمرة الجبلية أو في المحلول باستخدام مبادرات مثل الماء الأكسجيني أو فوق كبريتات الأمونيوم ، وغالباً مع مرجعٍ مناسب يمكنه تشكيل جملة أكسدة – إرجاع مع فوق الكبريتات.

وبعد إنجاز عملية التماثر يُذاب البولي مير في مذيب لتحضير محلول الغزل ولبثقه عبر قاذف ليتم تبخير المذيب في قمع الغزل أو ليتم تخثيره في حوض ترسيب خاص.

وتتباين المواصفات التي سيتمتع بها الخيط باختلاف الغزل أولاً: إذ تعطينا الطريقة الجافة خيوطاً بدرجة حرارة تزجج ٩٢-٩٦°م، أما الطريقة الرطبة فتعطينا الخيوط بدرجة حرارة تزجج فيما بين ٧٥- ٨٥°م.

وهكذا نجد أنه بتباين تركيب البولي مير، وشروط عملية الغزل، وقوى الشد المطبقة على الخيط أثناء غزله ودرجات الحرارة و ... تتباين الخيوط في ألفتها نحو الأصبغة.

٢ ـ مفاهيم ومصطلحات خاصة في صباغة الاكريليك: تتعامل شركات إنتاج تصنيع الأصبغة والمواد المساعدة مع مجموعة من الدالات والمصطلحات والمفاتيح التي تسهل التعامل مع: الأصبغة، المواد المساعدة، الخيوط، آلات الصباغة وأشكال الخامات... وقد تتمايز أحرف الدالات من شركةٍ لأخرى، لِذا فإننا نهتم بتعريفها هنا لنستطيع إسقاطها بين مختلف الشركات:

S_{rel}: درجة إشباع الخيوط الحقيقية، وهي أكبر كمية صباغ يمكن أن يتشربها الخيط على أساس النسبة المئوية الوزنية.

<table>
<tr><td colspan="3">درجة إشباع الخيوط الحقيقية: S_{rel}</td></tr>
<tr><td rowspan="3">درجة الإشباع</td><td>-</td><td>-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-</td></tr>
<tr><td>X</td><td>- -0-0-0-0- -0-0-0-0- -0-0-0-0- -0-0-0-0- -0-0-0-0- -0-0-0-0-0-</td></tr>
<tr><td>2X</td><td>-0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-0- -0-</td></tr>
<tr><td colspan="3">X : مركز فعال ، 0 : وحيد حد " مونو مير"</td></tr>
</table>

الشكل ٥٥: شكل مبسط لتمثيل المراكز الفعالة التي تحدد درجة الإشباع الحقيقية

S_F: درجة إشباع الخيط: وهي كمية الصباغ الفعلية التي تشربها الخيط.

F: معامل إشباع الخيط: ويساوي عملياً درجة إشباع الخيط مقسوماً على درجة إشباع الخيط الحقيقية.

f : درجة ألفة الصباغ.

V: دالة للتعبير عن سرعة امتصاص الخيط للأصبغة.

K: دالة رقمية خاصة بكل صباغ وتدل على درجة انسجام الأصبغة، فتوليف الأصبغة يجب أن يتم باختيار الأصبغة ذات قيم K واحدة، وفي أحوال اضطرارية الأقرب لبعضها البعض.

ΔC: دالة تتعامل معها بعض الشركات تحت اسم ثابت الصباغة الذي يعبر عن تأثير تقنية التجهيزات وتأثيرها على العملية الصباغية، كأن تكون الخامات على شكل آلة شلة أم ونش.

F_R: وتعبر عن قدرة تأخير عامل مؤخر، فنقول عن مؤخر شركة د. بتري وهو من فئة مركبات الأمونيوم الرابعية:

F_R: the retardant saturation value of peretard GAN = 0.55

تمايز المراكز الفعالة في خيوط الاكريليك واختلاف خواص الأصبغة القاعدية							
أنماط المراكز الفعالة		أصبغة ذات قيم K مختلفة			درجات ألفة مختلفة لأصبغة ذات K واحدة		
مركز فعال	مركز فعال جداً	K=1	K=2	K=3	f=1	f=2	f=3
(-)	(--)	(+)	(+)	(+)	(+)	(++)	(+++)

الشكل ٥٦ : شكل مبسط للفروق بين فعاليات وخواص أو ألفة المراكز الفعالة والأصبغة القاعدية

٣ ـ تحديد درجة إشباع خيوط الاكريليك بطريقة شركة باير:

- نصبغ الخيط المجهول وبحمامات منفردة مع كل من ٥-٧-٩-١١% استرازون أزرق FFR " أساس أزرق ٦٩ "، وبوجود ١% حمض خل ٦٠% بحمام ١/٤٠.
- نصبغ خيط اكريليك بدرجة إشباع ٢.١ مع ٨% استرازون أزرق FFR وبنفس شروط الحمام السابقة.
- نستمر عند درجة حرارة الغليان لمدة ٣ ـ ٤ ساعات واستنزاف الحمام.
- نقارن ألوان الخيوط الناتجة بالخيط الشاهد، فإن كان مشابهاً لأي منهم كانت درجة إشباع الخيط على الشكل:

تحديد درجة الإشباع بنتيجة الاختبار					
5%	استرازون أزرق ٦٩ *Astrazon Blue FFR*	⟸	درجة الإشباع S_F	=	1.2
7%					1.8
9%					2.3
11%					2.8

وترتبط عملية إضافة الصباغ عادة بسعة الخيط، كما أنه من الأهمية بمكان معرفة سرعة صباغة الخيط V قبل التعامل معه لضمان نجاح العملية الصباغية والتجربة.

٤ ـ تحديد سرعة صباغة الخيوط بطريقة باير:

أ- نأخذ وزناً معيناً من خيط معروف سرعة الصباغة ونصبغه مع ٢% استرازون أزرق FFR وبوجود ١.٥% حمض خل ٦٠ % حتى استنزاف الحمام.

ب- نكرر التجربة مع الخيط المجهول.

ج- نقارن بين درجتي عمق اللون، فإن تساوتا كان لهما سرعة الصباغة ذاتها، أما عندما نجد أن الخيط المجهول كان أفتح أو أغمق فإننا نرفع أو نخفض سرعة الصباغة لتحقيق الدرجة اللونية ذاتها، إلا في حال تجاوز الفرق بينهما ٢٠% فإننا نضطر حينها لإعادة التجربة والتحكم بالخيط من خلال خفض أو رفع سرعة الصباغة.

٥ ـ المواد المساعدة والكيماويات اللازمة لحمام صباغة خيوط الاكريليك:

٥-١- المنظفات: تنحصر المنظفات التي نتعامل معها هنا بمجموعة المنظفات اللاشاردية مثل طائفة الألكيل أريل بولي غليكول التي تتميز بثباتها في الأوساط الثلاث: الحمضي والمعتدل والقلوي، ويُستحسن إجراء حمام الغسيل في وسط قلوي بوجود ثلاثي فوسفات الصوديوم عندما يكون الماء طرياً، وبيرو الفوسفات رباعي الصوديوم مع الماء المتوسط القساوة، ولا يجوز استخدام المنظفات الشاردية السالبة خوفاً من تفاعل بقاياها مع الصباغ الموجب الشحنة.

٥-٢- حمض الخل: تنصح معظم الشركات باعتماد حمض الخل في حمام صباغة الاكريليك، إذ يؤدي استبداله بحمض النمل أو حمض الكبريت لانحرافٍ في لون الصباغ ، وتتباين درجات الانحراف ما بين صباغٍ وآخر.

تؤثر درجات الحموضة كثيراً على معدلات امتصاص الصباغ، إذ يزداد الامتصاص بازدياد نسبة الحمض في الحمام، لِذا فإنه غالباً ما يتم تطبيق الألوان الغامقة عند درجات حموضة pH:4,5 برغم أن معظم الأصبغة القاعدية تعمل في مجال pH: 2,5-5,5.

٥-٣- ملح غلوبر: يلعب ملح غلوبر دوره ككهرليت في كبح الاستنزاف وتعزيز الهجرة رافعاً درجة تسوية العملية الصباغية.

٥-٤- العوامل المبعثرة: تستخدم المركبات اللاشاردية - من نوع بولي غليكول ايتر الأغوال الدسمة خاصةً - كعوامل مبعثرة فعالة سطحياً وخاصة مع الألوان الغامقة لمنع ترسب الأصبغة على جدران الآلات أو على الخيوط ودون أن يكون لها تأثير سلبي على العملية الصباغية.

٥-٥- العوامل المؤخرة:

آ - العوامل المؤخرة الشاردية السالبة: ونجد منها الليوجين PAA لشركة كلارينت والذي يمكنه تشكيل معقدات غير ثابتة مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة مطلقةً الصباغ من جديد.

ب - العوامل المؤخرة الشاردية الموجبة: تعمل العوامل المؤخرة الشاردية الموجبة على مبدأ امتصاصها من قبل الخيوط أولاً لتمنع أو لتحد من امتصاص الأصبغة، لأنها تُمْتَص بسبب تفاعلها مع المراكز الفعالة السالبة الموجودة في الخيوط ما يبطئ امتصاص الأصبغة، لِذا فقد نجد أحياناً بعض العوامل المؤخرة التي تدخل في تفاعلها مع الخيوط بصورةٍ غير عكوسة ما يضعف من قدرة هذه الخيوط على امتصاص الأصبغة، وبالتالي فإن دورها يكون تخريبياً، لِذا فإن كلارينت تنتج الريتارغال السائل A ذي فعالية الإعاقة الضعيفة لتجنب حدوث أي مخاطرة في استخدامه حتى لو أضيف بزيادة، أما باير فتُنْتِج خمسة أصناف لتستطيع تغطية طيفٍ كامل وهي:

استراغال PAN: مؤخر دائم، تعادل ألفته أصبغة الاسترازون من النمط K=2,5، ويستخدم لألفته المتوسطة مع الأصبغة العالية والمنخفضة الألفة، ويستحسن لمفعوله الدائم والمؤخر زيادة زمن البقاء في مرحلة درجات الحرارة العالية، والأخذ به مع الأصبغة السريعة الاستنزاف.

استراغال AFN: مؤخر عالي الألفة تجاه الخيوط ما يجعله مناسباً جداً للأصبغة عالية الألفة أي K_1 و K_2، ويمكننا تحقيق نفس فعاليات PAN بأخذ كمياتٍ أقل من AFN بفارق أن مفعوله المؤخر دائم ومستمر ما يستوجب الالتزام التام بالزمن اللازم عند درجة الغليان، ومن الضروري إضافة ملح غلوبر معه للحد من مفعوله المؤخر.

استراغال TR: مؤخر متوسط الألفة، يشابه PAN و AFN بفارق إمكانية استخدامه كعامل تسوية، ولتراجع فعاليته الدائمة كمؤخر بارتفاع درجة الحرارة فإن عمله يكون عند بداية العملية الصباغية فقط ولا يستوجب البقاء طويلاً عند درجات الحرارة العالية، وباستخدامه يتم استنزاف الحمام بطريقة أسرع من PAN و AFN لِذا فإننا لا نحتاج معه لتبريد الحمام ما يعني وفراً بالوقت والطاقة.

استراغال TRS: يشابه TR بفارق أنه يمنح الخيوط الملمس الجاف، ولا حاجة لملح غلوبر معه، إنما يستحسن استخدام التسوية.

استراغال M: عامل تسوية مساعد معزز للهجرة منخفض الألفة، وترتبط فعاليته بنوعية الأصبغة القاعدية ودرجة عمق اللون وزمن ودرجة حرارة العملية الصباغية، وتكون أعلى معدلات الهجرة معه فيما بين ٩٨ ـ ١٠٥°م، لِذا يمكننا تجاوز الخطأ في اللون المطلوب بإضافته مع مؤخرٍ كاتيوني كونه لا يملك تأثيراً معيقاً.

٥ـ٦ـ المطريات ومضادات الكهرباء الساكنة: غالباً ما تستخدم المطريات الكاتيونية والتي يكون تركيبها الأساسي من فئة مركبات الأمونيوم الرابعية أي من نفس عائلة المؤخرات السالفة الذكر، لِذا فإنه قد يكون لها خواص تأخير يتوجب أخذها بالحسبان عند تطبيق حمام صباغة وتحضير مشترك

أي صباغة وتطرية في حمامٍ واحد، وهذا ما يستلزم إنقاص كمية العامل المؤخر الأساسية بما يتناسب مع فعالية المطري المؤخرة.

ويمكننا إضافة العوامل المضادة للكهرباء الساكنة في حال كون التطرية تفتقد لهذا المفعول أو كان فعاليتها غير كافية شرط أن يكون العامل المضاد للكهرباء الساكنة المراد إضافته للحمام موجب أو لا شاردي.

وأخيراً يمكننا إجراء حمام تطرية مستقل عند الدرجة ٤٠°م وبحموضة pH : 5-6 بحمض الخل، ولمدة ١٥ ـ ٢٠ دقيقة، ومن الضروري التنويه هنا لأهمية ترشيح محلول التطرية قبل إضافته لحمام الصباغة أو التطرية.

٦ ـ سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك: كما سبق وذكرنا تتباين خواص خيوط الاكريليك فيما بينها تبعاً لتركيب البولي مير وطريقة الغزل وطبيعة المعالجات النهائية، لِذا يتوجب علينا بادىء ذي بدء تحديد سرعة صباغة ودرجة إشباع خيوط الاكريليك المراد صباغتها لوضع شروط الحمام الصباغي الأمثل، ونرى في الجدول ١١٥ بعضاً من هذه والذي نلاحظ فيه أن أصناف الاكريلان الثلاث قد تباينت في سرع صباغتها برغم أن درجة إشباعها لم تتغير، وعلى العكس فإن صنفي الأورلون تباينت في درجتي إشباعها برغم أن سرعتي صباغتهما لم تتغير أيضاً، إذ ترتبط درجة الإشباع بعدد ونوع المراكز الفعالة الداخلة على السلسلة البوليميرية، بينما ترتبط سرعة الصباغة بشحنة المراكز الفعالة وطبيعة عمليات الغزل والمعالجات الفيزيائية اللاحقة.

الجدول ١١٥: سرعة صباغة ودرجة إشباع بعض خيوط الاكريليك

درجات إشباع وسرعة صباغة بعض خيوط البولي أكريلو نتريل							
العلامة التجارية للخيط		سرعة الصباغة V	درجة الإشباع Sf	العلامة التجارية للخيط		سرعة الصباغة V	درجة الإشباع Sf
أكريبل	Acribel	2.5	3.1	درالون	Dralon	1.7	2.1
أكريلان	Acrilan B 16	1.7	1.4	أورلون	Orlon 42	2.0	2.2
	Acrilan B 26	2.4			Orlon 75		2.3
	Acrilan B 57	3.2		تورايلون	Toraylon	3.5	
كاشميلون	Cashmilon	3.6	2.0	ڤونيل	Vonnel V17	2.3	1.3

٧- مبادئ عامة في صباغة الاكريليك: تتصف جميع الأصبغة القاعدية بمعدلات صباغة عالية ضمن مجالٍ حراري ضيق ومعدلات هجرة منخفضة عند درجة حرارة الغليان، لِذا فإنه من الضروري الضبط الجيد لمعدلات ارتفاع درجات الحرارة وصولاً لامتصاص بطيء ومنتظم للأصبغة وبالتالي لتثبيتٍ صحيح، وترتبط درجة امتصاص الألياف للأصبغة بعوامل ثابتة، وعوامل متغيرة يمكننا التحكم بها:

آ - العوامل الثابتة: درجة تجانس خيوط الاكريليك المراد صباغتها، معدلات امتصاص الأصبغة المستخدمة.

ب - العوامل المتغيرة: درجتا الحرارة والحموضة، تركيز الكهرليت، نوعية ونسبة العامل المؤخر.

٨ - امتصاص الأصبغة القاعدية: تتباين درجات الحرارة التي يتم عندها الاستنزاف الأعظمي للأصبغة القاعدية ما بين نوعٍ وآخر من الخيوط، ففي حين أنها تكون للألوان الفاتحة لخيوط الدرالون مثلاً بين ٧٢ - ٨٤°م نجدها وبنفس شروط الصباغة لخيوط الكاشميلون تقع بين ٦٦ - ٧٨°م.

وتتأثر معدلات امتصاص الأصبغة القاعدية بدرجات الحرارة تأثراً كبيراً، فدون الدرجة ٧٥°م يتم امتزاز الأصبغة مع تثبيت قسم بسيطٍ منها فقط، وعند ٨٠-٨٥°م يتسارع الامتصاص لدرجة عالية، وخاصة عند الدرجة ١٠٢- ١١٠°م، ويرتبط الامتصاص آنئذ بدرجة تجانس الخيوط ودرجة حرارة الصباغ العظمى ونوعية الخيوط، لِذا فإنه من الضروري جداً عند توليف مجموعة أصبغة الأخذ بعين الاعتبار معدلات الامتصاص الفردية بحيث نأخذ بالأصبغة التي تبدي تقارباً أعظمياً عند توليفها " K واحدة ".

٩ - طرق الصباغة: سنستعرض هنا كمثالٍ حي على صباغة الاكريليك طرق شركة كلارينت، ذلك أنها جدولت مجموعة معطيات يمكننا من خلالها أن نصل لتقنية صباغة أمينة وسهلة التناول، فوضعت طرقاً أربع: طريقة حرارية تعتمد على ضبط رفع درجات الحرارة، وطريقة المؤخر التي تسمح لنا بالإسراع في رفع درجة الحرارة بوجود العامل المؤخر، وطريقة

تتوسطهما، وطريقة رابعة تعتمد على العامل المؤخر السالب، وقبل تناول هذه الطرق نبدأ بطريقة حل مسحوق الصباغ.

٩-١- حل الصباغ: نأخذ جزءاً من الصباغ مع جزءٍ من حمض الخل ٤٠ % ونحرك حتى تمام تجانس المعجونة المتشكلة، ثم نمدد هذه المعجونة مع ٣٠ - ٤٠ جزء من الماء المغلي ونرشحها.ويُستحْسَن لحلِ كمياتِ صباغٍ كبيرة كما هو الحال مع ألوان الأسود والكحلي حل المعجونة وحمض الخل في خلاطٍ ثابت مع جزء من عامل تسوية وبعثرة من طائفة بولي غليكول ايتر الأغوال الدسمة اللاشاردية مثل الايكالين السائل F وتسعة أجزاء من الماء الحار، ونستفيد من عامل التسوية هنا ليلعب دور العامل المنظف.

٩-٢- تطبيق الأصبغة القاعدية بالطريقة الحرارية: وتسميها كلارينت طريقة الساندوكريل T وتقوم على التحكم بمعدلات ارتفاع درجة الحرارة دون استخدام عوامل مؤخرة، ما يجنبنا كلفة إضافة العامل المؤخر، وتبدي إمكانيات تلوين غير محدودة إضافةً لكونها تسهل الجمع بين عمليتي الصباغة والتطرية، ولأنها تقوم على التحكم باستنزاف الحمام الصباغي من خلال التحكم بمعدلات رفع درجة الحرارة فإن استخدامها يكون أكثر ما يكون عند توفر آلات ذات تحكم آلي مبرمج، ولجميع أنواع الاكريليك وبجميع أشكالها، لأنه ومن خلال الرفع المنتظم لدرجات الحرارة ستكون عملية امتصاص الأصبغة منتظمة أيضاً.

نحدد المجال الحراري الأعظم من لائحة الألياف T في الجدول ١١٧، ونحدد رقم مفتاح التركيز من الجدول ١١٦ أو اللائحة C وفق طريقة خاصة بالحساب نستوضحها من خلال المثال التالي عند توليف مجموعة أصبغة لتحويل اللون الأزرق إلى كحلي:

طريقة كلارينت في حساب مفتاح التركيز لمجموعة أصبغة			
الصباغ	التركيز	رقم مفتاح التركيز	مفتاح تركيز الأصبغة المولفة
ساندوكريل أصفر بني B-TLE	0.04%	-	- + 1 + 3 = 4
ساندوكريل أحمر B-2GLE	0.15%	1	
ساندوكريل أزرق B-2GLE	1.02%	3	

لِذا فإن مفتاح التركيز لمجموعة الأصبغة المُولفة والبالغ ٤ يحدد لنا من الجدول T/١١٦ أن درجة الحرارة العظمى هي بين ٨١ - ٨٩°م لخيوط الأورلون، و ٧٨ - ٨٦°م لخيوط الكاشميلون، لِذا يكون العمل على الشكل:

أ- بناء الحمام :

بناء حمام الصباغة بالطريقة الحرارية بحسب كلارينت			
صباغ	ملح غلوبر	خلات الصوديوم	حمض خل
ما يلزم %	٠-١٥ غ/ل	١-٢%	حتى pH: 4

ب - العمل: نبدأ العملية الصباغية عند درجة حرارة الغرفة ونرفعها خلال ١٠-١٥ دقيقة حتى الوصول للحد الأدنى من مجال الامتصاص الأعظمي الصباغي، ونتابع بين حدي مجال درجة حرارة الامتصاص الأعظمي لزمن يرتبط بنوعية الخامات المراد صباغتها وشروط العمل والإمكانيات المتاحة، فمثلاً وفي حين أنه يلزمنا مع البضائع الرخوة مدة ٢٠-٤٥ دقيقة فإنه يلزمنا مع الغزول أو الأقمشة المحاكة ٦٠-٩٠ دقيقة.

وعند الاقتراب من درجة الاستنزاف الأعظمية للحمام الصباغي نرفع درجة الحرارة حتى ٩٨°م حيث تبدأ مرحلة تثبيت الأصبغة الممتصة، ونستمر عند درجة حرارة التثبيت ١٥-٢٠ دقيقة إلا إذا كنا نريد رفع درجة الحرارة حتى شروط العمل بدرجات الحرارة العالية، ويكفينا لمرحلة التثبيت مدة ٢٠-٣٠ دقيقة بشكل عام، وفي حال اختصارنا لزمن التثبيت فإن اللون سيكون عرضةً للتغير عند معالجة المواد المصبوغة لاحقاً بالبخار أو بالحرارة الجافة.

٩-٣- <u>طريقة العامل المؤخر:</u> وتقوم على اعتماد عوامل مؤخرة مع بعض الليونة في مراقبة ارتفاع درجة الحرارة ومعدلاتها، ونأخذ هنا كمثال على العوامل المؤخرة الريتارغال السائل A الذي لا يملك تأثيراً سلبياً على مردود العملية الصباغية ما يمكننا من استخدامها على جميع أنواع خيوط الاكريليك وبكافة أشكالها، لذا يستحسن استخدامها حيث لا يوجد تحكم آلي.

ويتم تحديد ما يلزمنا من الريتارغال السائل A من الجدول ١١٨ أي

اللائحة R بما يتلائم مع نوعية الخيوط المثبتة في الجدول R ورقم مفتاح التركيز من اللائحة C.

طريقة العمل: يتم بناء الحمام على الشكل:

بناء حمام الصباغة بطريقة العامل المؤخر بحسب كلارينت				
صباغ	تركيز العامل المؤخر	ملح غلوبر	خلات الصوديوم	حمض خل
ما يلزم %	% بحسب اللائحة R	٠-١٥ غ/ل	١-٢%	حتى pH: 4

يتم إدخال الخامة إلى الحمام ونرفع درجات الحرارة بسرعة تلائم نوعية الخيوط والشروط العملية حتى الدرجة ٨٠ - ٩٠°م، ونتابع رفع درجات الحرارة حتى ٩٦ - ٩٨°م خلال ١٠ - ٣٠ دقيقة للبدء بعمليتي استنزاف وتثبيت الصباغ، ويمكننا اختصار الزمن عند العمل بشروط الحرارة العالية عنه في شروط درجة حرارة الغليان، كما يمكننا خفض كمية العامل المؤخر بمعدل ١٠ % عند إضافة ملح غلوبر.

مخطط تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل					
المرحلة الأولى : التنافس بين الصباغ والمؤخر على الارتباط					
مرحلة هجرة الصباغ والمؤخر		ارتباط المؤخر بالمركز الفعال		ارتباط المؤخر والصباغ بالمركز الفعال	
المرحلة الثانية : ارتباط الصباغ وطرد العامل المؤخر					
ألفة الصباغ = ألفة العامل المؤخر		ألفة الصباغ > ألفة العامل المؤخر		ألفة الصباغ < ألفة العامل المؤخر	
⊖	المركز الفعال السالب	⊕	الصباغ الموجب	⊕	المؤخر الموجب

الشكل ٥٧: تنافس المؤخر والصباغ على الارتباط بالمراكز الفعالة في البولي أكريلو نتريل

<u>٩-٤ - طريقة الساندوكريل **RT**:</u> وتقوم على الجمع بين استخدام طريقتي العامل المؤخر بنسبٍ أقل والطريقة الحرارية بأسرع قليلاً مما يلزم، لِذا يكون استنزاف الحمام هنا بين ٨٥ - ٩٠°م أو بين ٩٠ - ٩٥°م حسب درجة تجانس الخيوط، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون الخامات عالية معدلات الانكماش أو غليظة القطر بعكس الخيوط الدقيقة.

وتتشابه هذه الطريقة في تطبيق حمامها مع الطريقة R، إلا أننا نحدد كمية العامل المؤخر من الجدول RT/119، وتبدأ عملية الصباغة عند درجة حرارة منخفضة نرفعها خلال ٣٠ - ٨٠ دقيقة حسبما تسمح به آلة الصباغة، والقاعدة أن الحمام سيُتنزّف خلال هذا الزمن، لِذا فإننا نرفع درجة الحرارة حتى ٩٨°م خلال ١٠ - ١٥ دقيقة حيث تبدأ عملية التثبيت التي يجب أن تستمر ٢٠ - ٣٠ دقيقة إلا إن أمكننا رفع درجة الحرارة حتى شروط الحرارة العالية، وتجدر الإشارة هنا أنه وكلما ازدادت درجة عمق اللونَ ازداد الزمن اللازم للتثبيت، وعموماً تختص هذه الطريقة بالخامات الصعبة التخريق لانكماشها العالي الذي يُضعِف من درجة التجانس ما يقتضي العمل بأعلى درجة حرارة ممكنة، كما تتميز بعدم حاجتنا للتبريد عند اضطرارنا لأي إضافةٍ لاحقة للأصبغة بسبب وجود العامل المؤخر.

الجدول ١١٦

اللائحة C : مفاتيح كود الطريقة الحرارية لشركة كلارينت										
ساندوكريل		رقم الكود								
		١	٢	٣	٤	٥	٧.٥	١٠	١٥	٢٠
أصفر	B-6GL	٠.٢	٠.٤	٠.٦	٠.٩	١.٥	٢.٣	٣	٤.٥	٦
	B-5GL	٠.١	٠.٢٥	٠.٤٥	٠.٧	١.٢	١.٨	٢.٤	٣.٦	٤.٨
	B-LE	٠.٢	٠.٤	٠.٦	٠.٩	١.٢	١.٨	٢.٤	٣.٦	٤.٨
أصفر ذهبي	B-RLE	٠.٠٧	٠.١٥	٠.٢٥	٠.٣٥	٠.٥٥	٠.٨	١.١	١.٦	٢.٢
	B-GRL	٠.١	٠.٢	٠.٣	٠.٥	٠.٨	١.٢	١.٦	٢.٤	٣.٢
أصفر بني	B-RLE	٠.١	٠.٢	٠.٣	٠.٤٥	٠.٦٥	٠.٩٥	١.٣	١.٩	٢.٦
برتقالي	B-3RLE	٠.٠٧	٠.١٥	٠.٢٥	٠.٤٥	٠.٧	١.٠٥	١.٤	٢.١	٢.٨
أحمر	B-4G	٠.٢	٠.٤٥	٠.٨	١.٢	١.٨	٢.٧	٢.٦	٥.٤	٧.٢
	B-F	٠.١٥	٠.٣٥	٠.٥	٠.٧	١	١.٥	٢	٣	٤
	B-2GLE	٠.١٥	٠.٣	٠.٤٥	٠.٧	١	١.٤	١.٩	٢.٩	٣.٨
	B-RGLE	٠.٠٧٥	٠.١٥	٠.٢٣	٠.٣٣	٠.٤٥	٠.٦٥	٠.٩	١.٣٥	١.٨
وردي	B-5B	٠.١	٠.٢	٠.٣٥	٠.٥	٠.٧٥	١.١	١.٥	٢.٢	٣
خمري	B-RLE	٠.١	٠.٢٥	٠.٤	٠.٦٥	٠.٩	١.٤	١.٨	٢.٨	٣.٧
بنفسجي	B-2RLE	٠.٢	٠.٣٥	٠.٦	١	١.٣	١.٩	٢.٦	٣.٨	٥.١
أزرق	B-FE	٠.١٥	٠.٤	٠.٧	١.٢	٢.١	٣.١	٤.٢	٦.٣	٨.٤
	B-RLE	٠.٤	٠.٩	١.٥	٢.٥	٤.٥	٦.٧	٩	-	-
	B-BLE	٠.١	٠.٢	٠.٣	٠.٤٥	٠.٨	١.٢	١.٦	٢.٤	٣.٢
	B-2GLE	٠.٣	٠.٦	٠.٩٥	١.٤	١.٩	٢.٨	٣.٨	٥.٧	٧.٦
أخضر	B-NLE	٠.٠٥	٠.١٥	٠.٢٥	٠.٣٥	٠.٦	١.٩	١.٢	١.٨	٢.٤
كحلي	B-RL	-	٠.٣٥	٠.٥	٠.٧	٠.٨٥	١.٢	١.٧	٢.٥	٣.٤
أسود	B-BL	-	-	-	٠.٥	١.٢	١.٨	٢.٤	٣.٦	٤.٨

الجدول ١١٧: اللائحة T

اللائحة **T** : الطريقة الحرارية لتطبيق أصبغة الساندوكريل " بدون مؤخر " وتعيين المجال الحراري الحرج بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة **pH: 4.5** "										
الخيط		رقم الكود								
		١	٢	٣	٤	٥	٧.٥	١٠	١٥	٢٠
أكريبل	Acribel +	٨٢-٧٠	٨٣-٧٢	٨٥-٧٥	٨٦-٧٨	٨٩-٨١	٩١-٨٣	٩٤-٨٦	٩٦-٨٨	٩٨-٩٠
اكريلان	Acrilan + 16	٨٢-٧٠	٨٥-٧٤	٨٧-٧٧	٨٨-٨٠	٩١-٨٣	٩٣-٨٥	٩٥-٨٧	٩٧-٨٩	٩٨-٩٢
كاشميلون	Cashmilon +	٧٨-٦٦	٨١-٧٠	٨٤-٧٤	٨٦-٧٨	٨٨-٨٠	٩١-٨٣	٩٤-٨٦	٩٧-٨٩	٩٨-٩٢
كورتيل	Courtelle +	٨٨-٧٦	٨٩-٧٨	٩٠-٨٠	٩١-٨٣	٩٣-٨٥	٩٥-٨٧	٩٦-٨٨	٩٨-٩٠	٩٨-٩٢
كريلنكا	Crilenka +	٨٣-٧١	٨٥-٧٤	٨٧-٧٧	٨٨-٨٠	٩١-٨٣	٩٣-٨٥	٩٥-٨٧	٩٨-٩٠	٩٨-٩٢
دولان	Dolan +	٨٤-٧٢	٨٧-٧٦	٨٨-٧٨	٨٩-٨١	٩٢-٨٤	٩٤-٨٦	٩٦-٨٨	٩٨-٩٠	٩٨-٩٤
درالون	Dralon +	٨٤-٧٢	٨٧-٧٦	٩٠-٨٠	٩١-٨٣	٩٤-٨٦	٩٧-٨٩	٩٨-٩٢	٩٨-٩٤	٩٨
يوراكريل	Euroacril +	٧٦-٦٤	٧٩-٦٨	٨٢-٧٢	٨٣-٧٥	٨٦-٧٨	٨٨-٨٠	٩٠-٨٢	٩٢-٨٤	٩٥-٨٧
اكسلان	Exlan + DK	٧٤-٦٢	٧٧-٦٦	٧٩-٦٩	٨٠-٧٢	٨٣-٧٥	٨٥-٧٧	٨٨-٨٠	٩١-٨٣	٩٥-٨٧
أورلون	Orlon +42	٨٤-٧٢	٨٦-٧٥	٨٨-٧٨	٨٩-٨١	٩٢-٨٤	٩٤-٨٦	٩٧-٨٩	٩٨-٩٢	٩٨-٩٤

الجدول ١١٨: اللائحة R

اللائحة R : طريقة المؤخر لتطبيق أصبغة الساندوكريل وتعيين نسبة العامل المؤخر المنوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 "										
الخيط		رقم الكود								
		١	٢	٣	٤	٥	٧.٥	١٠	١٥	٢٠
أكريبل	Acribel +	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٥	١.٢٥	١	٠.٧٥	٠.٥	٠.٢٥
اكريلان	Acrilan + 16	٣.٥	٣.٢٥	٣	٢.٧٥	٢.٢٥	١.٧٥	١.٢٥	٠.٧٥	-
كاشميلون	Cashmilon +	٣	٢.٧٥	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٢٥	٠.٧٥	٠.٢٥
كورتيل	Courtelle +	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٥	١	٥.	-	-
كريلنكا	Crilenka +	٣	٢.٧٥	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٥	١	٠.٥	-
دولان	Dolan +	١.٢٥	١	٠.٩	٠.٨	٠.٧	٠.٦	٠.٣	-	-
درالون	Dralon +	١	٠.٩	٠.٧٥	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٢٥	-	-
يوراكريل	Euroacril +	٥	٤.٥	٤	٣.٥	٣	٢.٥	٢	١.٥	١
اكسلان	Exlan + DK	٧	٦	٥	٤.٥	٤	٣.٥	٣	٢.٥	٢
أورلون	Orlon +42	٣	٢.٧٥	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٥	١	٠.٥

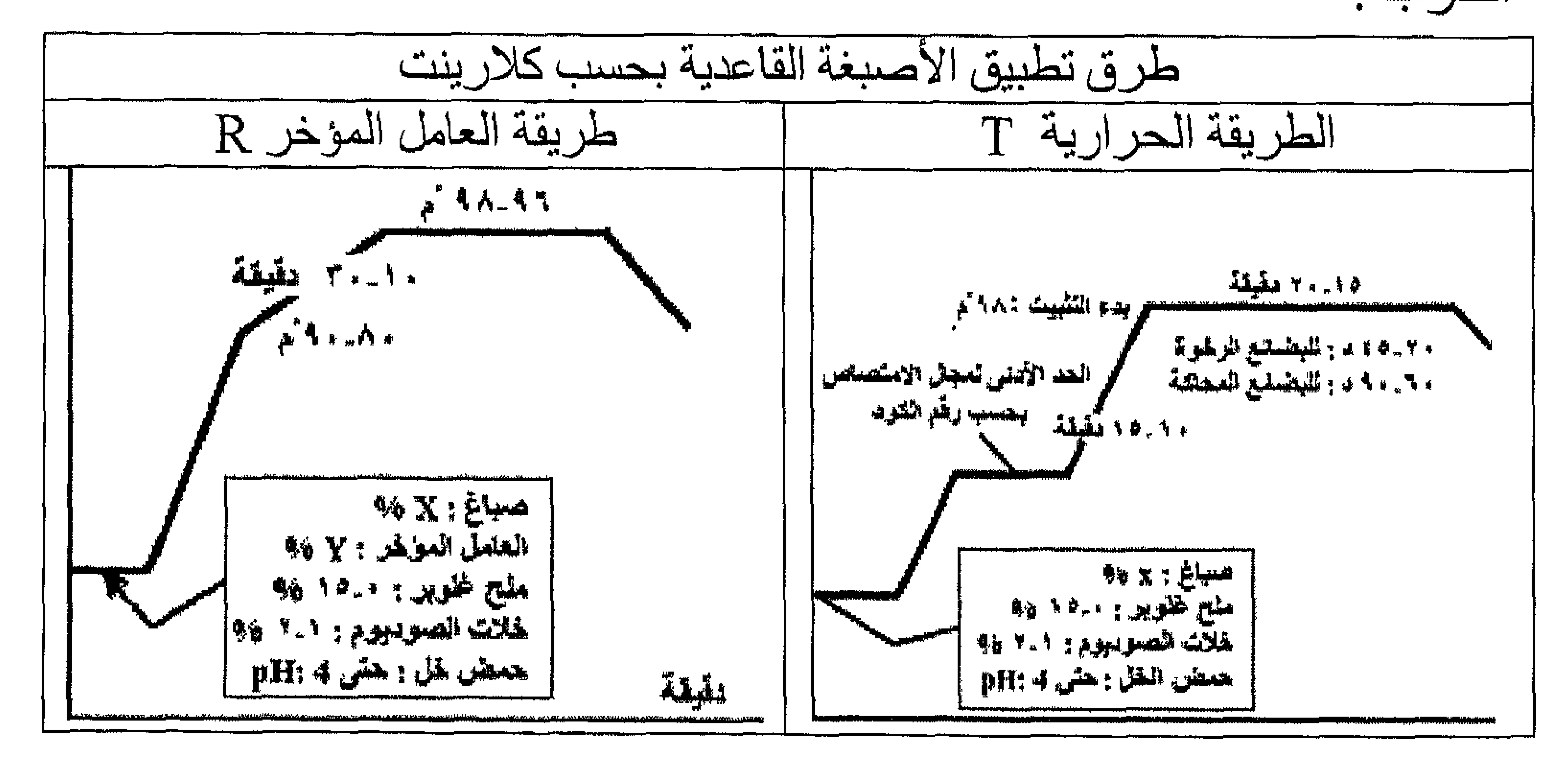
الجدول ١١٩ : اللائحة RT

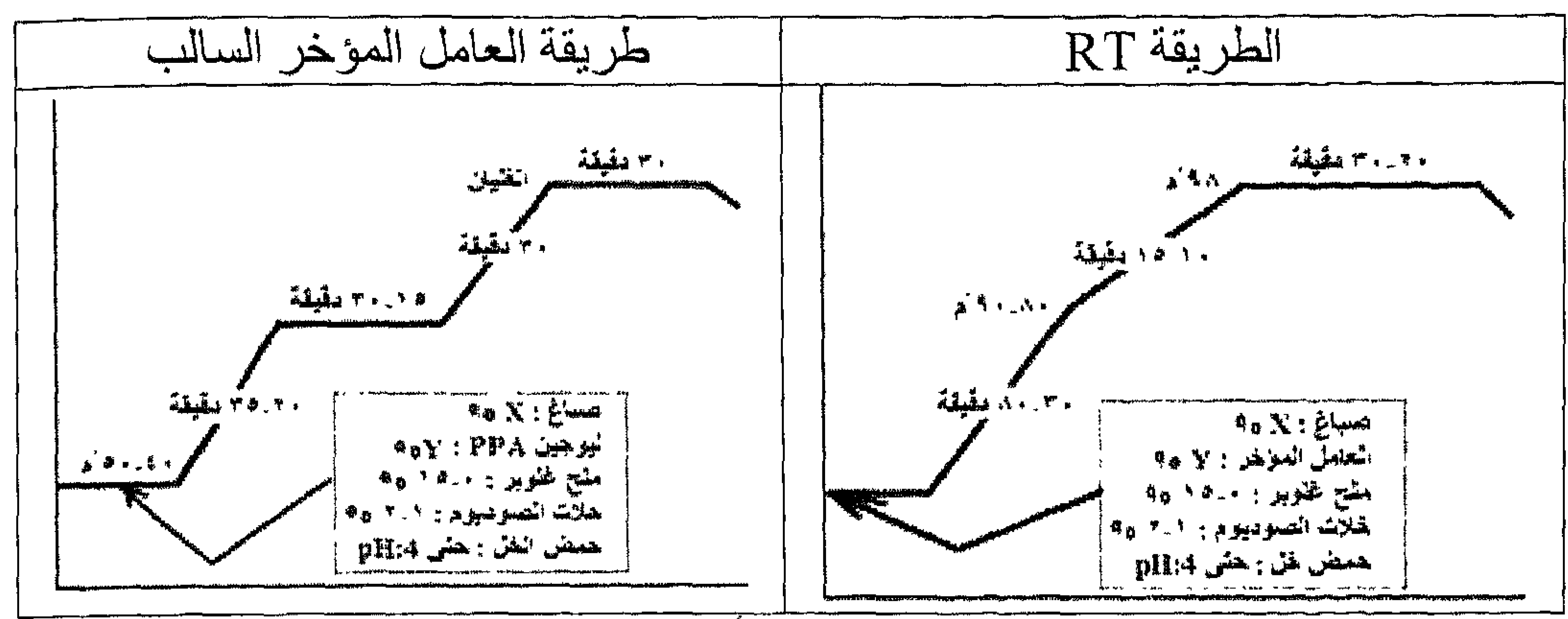
اللائحة RT : تطبيق أصبغة الساندوكريل الحرارية مع العامل المؤخر وتعيين نسبة العامل المؤخر المنوية بحسب رقم الكود المعين على أساس التركيز " درجة الحموضة pH: 4.5 " * : غالباً ما تتم الصباغة بدرجات حرارة عالية ، # : تتم الصباغة عند درجات حرارة ٨٥-٩٠ْم											
الخيط		درجة الحرارة المنوية	رقم الكود								
			١	٢	٣	٤	٥	٧.٥	١٠	١٥	٢٠
أكريبل	Acribel +	٨٥-٨٠	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢	٠	#	#	#
		٩٥-٩٠	١.٨	١.٦	١.٤	١.٢	١	٠.٧٥	٠.٥	٠	#
اكريلان	Acrilan + 16	٨٥-٨٠	١.٢٥	١	٠.٧٥	٠.٥	٠.٢٥	٠	#	#	#
		٩٥-٩٠	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٥	١	٠.٥	٠	#
كاشميلون	Cashmilon +	٩٠-٨٥	١	٠.٩	٠.٧٥	٠.٦	٠.٥	٠.٢٥	٠	#	#
		٩٥-٩٠	٢.٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٥	١.٢٥	٠.٧٥	٢.٢٥	#
كريلنكا	Crilenka +	٩٠-٨٥	١	٠.٩	٠.٧٥	٠.٥	٠.٢٥	٠	#	#	#
		٩٥-٩٠	٣	٢.٧٥	٢.٢٥	٢	١.٧٥	١.٢٥	٠.٥	٠	#
دولان	Dolan +	٩٠-٨٥	٠.٤	٠.٣	٠.٢	٠.١	٠	#	#	#	#
		٩٥-٩٠	١.٢٥	١	٠.٧٥	٠.٦	٠.٥	٠.٣	٠	#	#
درالون	Dralon +	٩٠-٨٥	٠.٢٥	٠.٢	٠.١	٠	#	#	#	#	#
		٩٥-٩٠	٠.٦	٠.٥	٠.٤	٠.٢٥	٠.١	٠	#	#	#

٩-٥- <u>طريقة العوامل المؤخرة الشاردية السالبة:</u> تقوم آلية عمل العوامل الشاردية السالبة كما هو الحال مع الليوجين PAA على تعزيز ورفع معدلات هجرة الأصبغة وبخاصة تحت شروط درجات الحرارة العالية " ١٠٢-١١٠ °م "، وبذلك يمكنه أن يحل محل العامل الشاردي الموجب بوجود الأصبغة السالبة كما هو حال صباغة مزائج الاكريليك.

ويستلزم تطبيقها مع واحدةٍ من طرق الساندوكريل T مراقبةً دقيقة لارتفاع درجة الحرارة عند تطبيق نسب حمام منخفضة جداً، إذ يمتلك الليوجين PAA فعاليةً عالية في إزالته لأية رواسب موجبة كانت أم سالبة، لِذا يوصى باستخدامه بنسبة ٢ ـ ٤% من وزن خيط الاكريليك.

نبدأ عند الدرجة ٤٠-٥٠°م حيث يبدأ الليوجين PAA بتشكيل معقدات ضعيفة الثبات مع الأصبغة لا تلبث أن تتفكك مع ارتفاع درجة الحرارة واستمرار عمليات الغلي، فنرفع درجة الحرارة حتى الحد الأدنى من مجال درجتي حرارة الامتصاص خلال ٢٠-٣٥ دقيقة لنتابع عندها مدة ١٥ ـ ٣٠ دقيقة، نرفع بعدها درجة الحرارة حتى الغليان أو درجات الحرارة العالية خلال ٣٠ دقيقة ونستمر عندها ٢٠ دقيقة أخرى، ويمكننا بإضافة ملح غلوبر بنسبة ٥ ـ ١٥% تعزيز مفعول التسوية لليوجين PAA وخاصة في المنطقة الحرجة.





الشكل ٥٨ : الطرق المختلفة لتطبيق الأصبغة القاعدية بحسب كلارينت

١٠- **إعادة التسوية:** يمكننا إعادة تسوية الخامات المصبوغة الضعيفة التسوية بحسب شركة باير بمعالجتها بالعوامل المؤخرة مع ملح غلوبر وحمض الخل، أي:

حمام إعادة تسوية البولي أكريلونتريل بحسب باير		
١-١.٥ % استراغال PAN أو ٣-٥ % استراغال M	ملح غلوبر لا مائي	حمض خل ٦٠ %
	١٠-٢٠ %	١-١.٥ %

فكما نرى فإن نسبة العامل المؤخر تتعلق بفاعليته التي تدلل عليها الشركة الصانعة، فمثلاً تنصح باير هنا بالاستراغال PAN للأصبغة العالية الألفة، بينما تنصح بالاستراغال M للأصبغة المتوسطة أو الضعيفة الألفة.

وتتم المعالجة لمدة ١-١.٥ ساعة عند ٩٦-٩٨ أو ١٠٦-١٠٨°م لضمان تسوية أعلى، وعلى كلٍ يرتبط مدى نجاح إعادة التسوية بنوعية الخيط ودرجة حرارة المعالجة.

أما إذا أردنا تحويل اللون نحو الغامق فيستحسن التخلص من الاستراغال PAN أولاً بشطفه مع ٣ ـ ٥ غ/ل صابون مارسيل لمدة ١٥ ـ ٢٠ دقيقة بدرجة حرارة ٩٦ ـ ٩٨°م يتبعها شطف عادي فساخن وبماء طري، في حين أن الاستراغال M لا يلزمه أي معالجة خاصة.

١١- **إرجاع اللون:** نعمد عادةً لإرجاع اللون عندما يكون اللون مخالفاً للمطلوب، ويطبق حمام الإرجاع بوجود صابون عند درجة حرارة الغليان،

وترتبط جدوى العملية بألفة الأصبغة تجاه الخيوط، وإجمالاً لا يمكننا تعرية اللون بهذه الطريقة بشكلٍ كامل.

وتتم تعرية الأصبغة الحساسة تجاه الكهرليتات باستخدام كمية عالية من ملح غلوبر في حمام الصابون، وترتبط كمية الملح اللازم إضافتها بدرجة عمق اللون والفرق المطلوب إرجاعه والذي قد يصل حتى ٤٠ ـ ٦٠ %.

وتجري المعالجة بحمام نسبته ٤٠/١ حتى ٨٠/١ مع ٣ ـ ٥غ/ل صابون مارسيل ويمكننا إضافة ٣ ـ ٥ غ/ل ملح غلوبر، ونستمر لمدة ١.٥ ـ ٢ ساعة عند درجة حرارة ٩٦ ـ ٩٨°م ليُزال الصابون بحمام ساخن لماء طري.

١٢ـ تعرية الأصبغة القاعدية: عندما تفشل جميع محاولات تخفيف اللون نلجأ للأكسدة لتعرية اللون ودون تخريب الاكريليك باعتماد الكلورين " هيبو كلوريت الصوديوم مع حمض الخل " أو ثاني أكسيد الكلور" كلوريت الصوديوم مع حمض الخل " والتعرية بالكلوريت هي الأكثر انتشاراً لأنها تمكننا من إعادة الصباغة بصورةٍ أكثر تسوية.

ويخفض استخدام المؤكسدات قوة اللون بحدود ٣٠ ـ ٤٠ % أو أكثر، وعلينا التخلص بعدها من كامل بقايا الكلور منعاً لانخفاض الثباتية للضوء عند إعادة عملية الصباغة، وتتم عملية التعرية في حمام ٤٠/١ أو ٨٠/١ وعند درجة حموضة pH:5,5 -6 مع:

حمام تعرية البولي أكريلو نتريل			
هيبوكلوريت الصوديوم	٥ـ٧.٥ مل/ل	١٥٠ غ/ل كلور فعال	٢٠ دقيقة
نيترات البوتاسيوم	٤ـ٥ غ/ل .	مانع تآكل	عند درجة
حمض خل ٦٠ %	٢ـ٣ غ/ل	حتى pH: 5.5~6	حرارة الغليان

نتبعه بشطف ساخن ليعالج عند الدرجة ٢٥ـ٣٠°م مع ١% مسحوق بيسولفيت الصوديوم $NaHSO_3$ من وزن الخيط ليشطف بعدها جيداً.

١٣ ـ تبييض الاكريليك: يتم تبييض الاكريليك بحسب كلارينت بحمامٍ يحوي المبيض مع ٢% حمض نمل ٨٥% لمدة ساعة عند درجة حرارة الغليان وباعتماد الليكوفور EFR السائل كمبيض ضوئي وبدون إضافة الكلوريت.

١٤- مثال تطبيقي لحساب كمية العامل المؤخر الموجب: بحسب كتالوك التاي كريل:

حساب كمية العامل المؤخر الموجب اللازم لـ ١٠٠ كغ بولي أكريلو نتريل بطريقة كتالوك تاي كريل					
[(درجة إشباع الخيط × ثابت الصباغة)-(مجموع كمية الصباغ × عامل إشباع الأصبغة)] ÷ معامل إشباع العامل المؤخر [(Saturation value of fiber × DC) – (Sum of amont of dyes × f.value)] ÷ of value of retarder					
الأصبغة	f		%		جداء وزن الصباغ مضروباً بألفته
٠.٤ % أساس أصفر ٢٨	٠.٥٢	X	٠.٤	=	٠.٢٠٨
٠.٦ % أساس أحمر ١٤	٠.٥٤		٠.٦		٠.٣٢٤
٠.٣ % أساس ازرق ٤١	٠.٥١		٠.٣		٠.١٥٣
/					٠.٦٨٥
Σ Dyes × f		%		f	% Dyes
0.208	=	0.4	X	0.52	0.4 % Basic Yellow 28
0.324		0.6		0.54	0.6 % Basic Red 14
0.153		0.3		0.3	0.3 % Basic Blue 41
0.685	/				

آلة الصباغ : الونش : أي أن ثابت الصباغة % 90- 80 = DC

نوع الخيط : ڤونيل ١٧ : أي أن درجة الإشباع $S_f = 1.2$

العامل المؤخر : بيريتارد GAN أي أن : $Fr = 0.55$

وبالتالي تساوي كمية العامل المؤخر:

[(١.٢ × ٠.٨) – (٠.٦٨٥)] ÷ ٠.٥٥ = ٠.٥ %

ولو اختصرنا قوة اللون عشر مرات لصارت كمية المؤخر اللازمة:

[(١.٢ × ٠.٨) – (٠.٠٦٨٥)] ÷ ٠.٥٥ = ١.٦ %

أما لو استبد لنا الخيط بخيط الكاشميلون F ذي $S_F=1.9$ لصارت كمية العامل المؤخر:

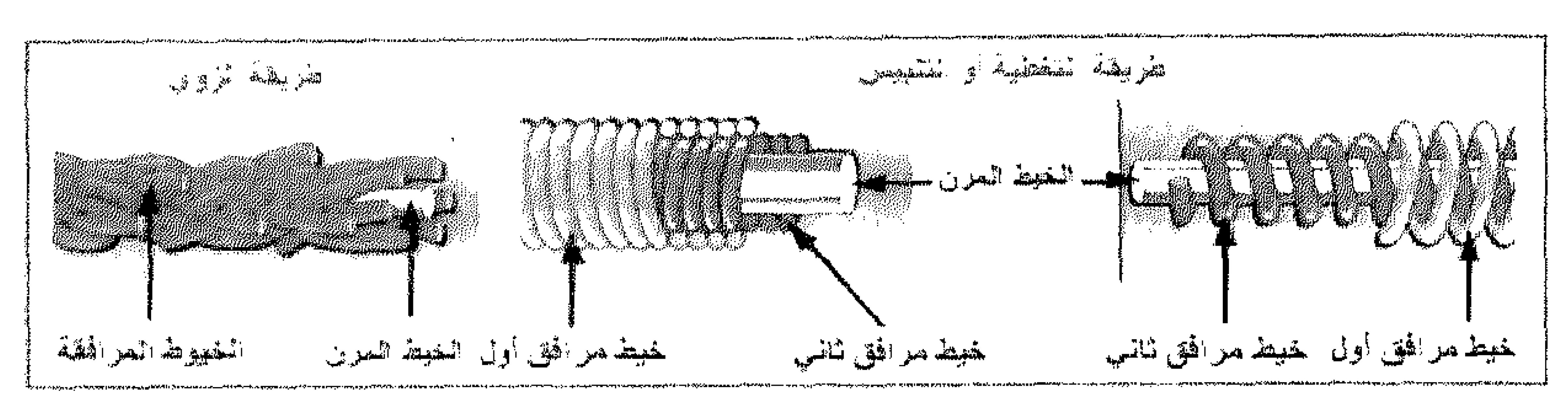
[(١.٩ × ٠.٨) – (٠.٦٨٥)] ÷ ٠.٥٥ = ١.٥ %

ويستحسن اختصار كمية العامل المؤخر بنسبة ما في حال وضع احتمال لأية إضافة صباغية على اللون، أو تعديل لون، إعادة تسوية .. والتأكد من الفعل المؤخر للتطرية الكاتيونية عند تطبيق حمام الصباغة والتطرية المشترك.

البحث الخامس

صباغة خيوط اللايكرا

١ـ المقدمــة: سبق أن ذكرنـا بأنـه يتم اصـطناع خيـوط اللايكـرا المعروفـة تجارياً بأسماء شتى مثل: اللايكرا، سبندكس ... بتفاعل إيزو السيانات مـع ثنـائي وظيفـة غوليـة وبحيث تكـون نسـبة البـولي أوريتـان بحـدود ٨٥ %، وتـدخل فـي حياكتهـا مـع خيـوط أخـرى كـالبولي اسـتر، النـايلون، القطـن ... ويدخل معها بأسلوبين كما يبين الشكل ٥٩:



الشكل ٥٩: طريقتا مزج خيوط اللايكرا بخيوط أخرى

- طريقة التلبيس أو التغطية " Covering ": وتتم بلف الخيوط حول خيط اللايكرا الذي يشكل محوراً.
- طريقة الزوي: وتتم بزوي عددٍ من الخيوط المرافقة على بعضـها البعض مع اللايكرا كأن نزوي نايلون وقطن مع اللايكـرا، أو اكريليك وقطـن مع اللايكرا...

وتحتـاج الأقمشـة الحاويـة علـى اللايكـرا لمراقبـةٍ دقيقـة فـي شـتى مراحـل معالجتها للمحافظة على الخواص المطاطية للقماش مع انضباط مواصفاته النهائية المطلوبة، وهذا ما يستوجب الاختيار الدقيق لشروط عمليات الخـزن والتبييض والصباغة والتحضير... من درجـات حـرارة وزمـن وكيماويـات نوعـاً وكمـاً، والعمـل بالشـروط ذات الحـدود الـدنيا للشـد للتقليـل مـا أمكـن مـن تخرب اللايكرا.

٢ـ مبـادئ خـزن خامـات اللايكـرا: تـؤدي شـروط الخـزن السـيء للأقمشـة المنسوجة أو المحاكة لتراجعٍ كبيرٍ في جودتهـا، وتجـري عـادة عمليـة لفٍ أو

تريدٍ للأقمشة لحين البدء بمعالجتها، لذا فإن أهم ما يجب الأخذ به:

أ- عدم تكديس الأثواب فوق بعضها البعض ليَسهُل علينا تناول الأقدم فالأحدث من جهة، وعدم تعريضها للتكسر بفعل الضغط الناشئ عن الوزن من جهةٍ أخرى لصعوبة إزالته في المعالجات اللاحقة، لذا يُستحسن رصف الأثواب بجانب بعضها على رفوفٍ خاصة، وخزن القطع الخفيفة في علب مناسبة.

ب- عدم إطالة مدة الخزن منعاً لاصفرار القماش وتخرب خيوط اللايكرا بتأثير الخيوط المرافقة أو تزييت الآلات والتي قد تحوي حموضاً دسمة غير مشبعة أو استرات دهنية.

ج- غسيل القماش الخام عند اضطرارنا لخزنه زمناً أطول وتركه ليجف على راحته ومن ثم لفه بنسبة شد ١٠-٢٠% زيادة منعاً لأي تجعد أو تكسير لاحق.

د- عزل القماش الخام المغسول بتغطيته بغطاءٍ خاملٍ كيماوياً، وغير نفوذ للهواء وللأشعة الضوئية على أن لا تتجاوز مدة الخزن الشهرين.

٣- مبادئ صباغة اللايكرا: سنعرض هنا للمبادئ العامة لشركة ديبونت حول صباغة Lycra T 128 C، إذ تعتمد ديبونت في معالجتها لمسائل صباغة اللايكرا في أنها خيوط شفافة غير منظورة ولا حاجة لصباغتها، بل يجب أن نركز على صباغة الخيوط المرافقة لها بما يضمن تجنيبها أي ضررٍ قد يلحق بها في أي معالجة لاحقة، ويوضح لنا الجدول ١٢٠ الأصبغة الأنسب للألياف المرافقة لخيوط اللايكرا، وأكثر ما يُستحسن من خيوط وألياف لمرافقة اللايكرا: النايلون، الصوف، القطن، الحرير، بسبب:

- بعض الأصبغة الملائمة تتمتع بثباتيات جيدة.
- درجة حرارة حماماتها دون الـ ١٠٠°م وبالتالي نتحاشى معها الأذى الذي قد يلحق بالخواص الفيزيائية والكيماوية للايكرا.
- ملائمة درجات حموضة أو قلوية حمامات الصباغة لخيوط اللايكرا.

الجدول ١٢٠

مواصفات وخواص أصبغة الخيوط المرافقة للالايكرا T 128 C من DU PONT

نوع الخيوط والأصبغة	البولي اميد	القطن	السيليلوز	الصوف	الحرير	البولي استر	الاكريليك	ثلاثي الأسيتات	٢.٥ أسيتات	البولي فينيل كلورايد
الديسبرس	●					●	▲	●	●	●
الحمضية	●			●	●					
المعدنية المعقدة ١:٢	●			●	●					
المعقدة الكرومية ١:١ + الكرومية	●			●						
الأزو " النفتول "		●								
المباشرة " الديركت "	▲	●	●	●	●					
الفعالة " الرآكتيف "	●	●	●		●					
الأحواض	▲	●								
الليكو		●	●		●					
الكبريتية " السلفور "	▲									
القاعدية " الاكريليك "	▲									
البيغمنت	●					●				

●: مناسب ، ▲: بعضها مناسب

أما بالنسبة للبضائع المحاكة مع الأسيتات فيمكن أن تكون سهلة الصباغة بأصبغة الديسبرس، وتتجلى عيوبها بضعف ثباتياتها على البلل من الألوان الوسط حتى الغامقة، والحال نفسه نجده مع خيوط البولي ڤينيل كلورايد.

ويعطي مزج الاكريليك مع اللايكرا نتائج جيدة وبثباتيات عالية عند تطبيق أصبغة قاعدية واختيار خيوط لايكرا عالية اللمعان، ذلك لأنه يمكننا صباغة الاكريليك بالأصبغة المبعثرة بسهولة دون ٠.٥% وبثباتيات جيدة على النور، ولكن ولنسب صباغ أعلى تبدأ عملية نزفٍ للصباغ وضعف الثباتية على الغسيل، ونرى في الجدول ١٢١ خواص بعض الأصبغة على خيوط اللايكرا.

ويمكننا تطبيق الأصبغة المبعثرة مع البولي استر وثلاثي الأسيتات ولكن بشروط مختلفة جداً، ذلك لأن البولي استر يتطلب درجات حرارة ١٢٠-١٣٠°م ما يفقد اللايكرا لدونتها، لذا فإننا نضطر للاعتماد على الكارير آخذين بعين الاعتبار تأثيراته على الشكل:

- استرات الحموض العطرية : تضعف اللايكرا بشكلٍ محدود.
- مشتقات كلور البنزن : تضعف اللايكرا بشكلٍ مهمل.
- ثنائي الفينيل : تسبب ضعفاً مهملاً.

- استرات الفينول : تخرب اللايكرا بشكلٍ قوي.
- نظامي ألكيل فتاليميد : تضعف اللايكرا بشكلٍ محدود.

الجدول ١٢١

خواص أصناف الأصبغة على اللايكرا بحسب Lycra T 128 C			
نوع الصباغ	الثباتية للغسيل	الثباتية للضوء	خواص البناء Build -up
المبعثرة: الديسبرس	P	F/G	VG
الحمضية: الأسيد	F/G	F/G	F/G
المعدنية المعقدة ١:٢	F/G	F/G	G
المعنية المعقدة ١:١	G	F/G	G
الكروم	G	G	G
المباشرة: الديركت	F/G	F	P/G
الفعالة: الرآكتيف	G	F/G	P/G
الأحواض: الاندانترين	F/G	P/F	F/G
الليكو	G	F/G	F/G
الكبريتية: السلفور	G	F/G	P/G
الآزو: النفتول	P	P	G
القاعدية: الموجبة	F	P	P/G
V/G: جيد جدا – G: جيد - F: مناسب – P: ضعيف			

وتنصح شركة الدكتور بوميه أن لا تتجاوز درجة الحرارة ١٠٨°م، والأفضل عند درجة حرارة الغليان، مع السعي لخفض الزمن قدر الإمكان، كما تنصح أيضاً لمزائج البولي استر مع الفيسكوز بالعمل مع الأصبغة الفعالة الباردة كونها تستلزم كميات قلوي ودرجات حرارة أقل مثل أصبغة الدريمارين K، نوفا كرون F، بروسيون MX، كما تؤكد على التبريد الدائم قبل الإنهاء إلى ما دون درجة حرارة ٦٠°م.

٤ـ **التثبيت الحراري:** تستلزم معظم أقمشة اللايكرا المطاطية وخاصةً أقمشة " التريكو" المحاكة تثبيتاً حرارياً لتحسين مظهرها وتثبيت أبعادها لوزنٍ معين وبما يضمن لها سطحاً أملساً، إذ يُمكننا شد الأقمشة الخام ومن ثم تثبيت العرض الجديد حرارياً عندما يكون عرضها دون متطلبات العمل " عادةً يكون عرض القماش عند خروجه من الحياكة أكثر من المطلوب "، لذا نبدأ بمرحلة الاسترخاء لنتبعها بعملية التثبيت.

ويستلزم التثبيت الحراري مراقبةً صارمة ودراسة وافية لضمان تجانس التوزع الحراري على كامل سطح القماش عبر تيارات الهواء الساخن التي توجهها التصميمات الهندسية لغرف الرام، ويتم التثبيت الحراري عند الدرجة ١٨٥-١٩٠°م لمدة ٤٥ ثانية، وتتحدد شروط العمل بنوعية خيوط اللايكرا والخيوط المرافقة والمواصفات المطلوبة على السواء، أي:

أ- الوزن المطلوب لطولٍ وعرضٍ معينين وبحسب الحياكة.

ب- نوعية الألبسة التي سَيُفَصَّل منها القماش.

جـ- الخواص المطلوبة للقماش المجهز كدرجة البياض واللون، الاستقرار، قابلية الشد.

د- نوع وأصل ومحتوى وتركيب وعدد الخيوط المرافقة لخيوط اللايكرا.

ر- نوعية زيوت التزييت المستخدمة في آلات النسيج والحياكة وحساسيتها للحرارة.

ز- مراحل التجهيز النهائي ومواصفات الرام وهندسة وحركة الهواء فيه.

ويبين الجدول ١٢٢ تأثير الحرارة والزمن على بعض مواصفات قماش اللايكرا.

الجدول ١٢٢

تأثير درجة الحرارة والزمن على خواص ومواصفات اللايكرا					
الخاصة	الزيادة في		الخاصة	الزيادة في	
	الحرارة	الزمن		الحرارة	الزمن
الثبات	++	++	المتانة	-	-
الانكماش	-	-	العرض	++	++
البياض	-	-	بقع الزيت	++	++
الانبساط	++	++	الكلفة	+	++

وقد ينتهي القماش بنسبة كششٍ بسيطة بعد معالجته ما يستوجب شده بنسبة ٥-١٥% زيادة عن عرضه المطلوب للتعويض عن نسبة الكشش التي يمكن أن تلحق بالقماش إثر المعالجات اللاحقة من صباغة وتجهيز، ويرتبط العرض الفعلي الواجب الأخذ به عند التثبيت الحراري بالخبرات الفنية

المتراكمة ونتائج الاختبارات الأولية، ومن الضروري التبريد الجيد للقماش عند خروجه من الرام لضمان ثبات المواصفات التي تمنحها إياها عملية التثبيت الحراري.

ويمكننا لبعض أنواع اللايكرا الخفيفة " كالجوارب والقطع الجاهزة " تخفيف شروط التثبيت حتى الدرجة ١١٠-١٢٠°م بالبخار ولمدة ٣٠-٦٠ ثانية، ولكن ولما كانت هذه الطريقة تحتاج لمخلية هواء Vacum في الآلات المضغوطة فإنها لا تعطينا عرض قماش ثابت ما جعل الاعتماد عليها نادراً.

٤-١- مردود المعالجة الحرارية HSE: يتم تقييم المعالجة الحرارية بما يسمى مردودية المعالجة الحرارية HSE، وتتم عملية القياس بعد المعالجة على الرام بدرجة حرارة وزمن محددين على الشكل التالي:

نثبت عينة قماش خام على الرام وليكن عرضها ١٦٠سم أي أن HSW=160 cm، ونغليها لمدة ١٠ دقائق ونجففها على راحتها " مرحلة الاسترخاء " ونقيس عرضها النهائي بعد الجفاف وليكن ١٤٤سم أي أن FW=144 cm، تُحسَب نسبة المردودية آنئذٍ على الشكل:

المردودية = العرض بعد التجفيف / عرض الخام

أو أن: عرض الخام = العرض بعد التجفيف / المردودية ، أي:

$$FW / HSW = HSE$$

أي أن: المردودية = ١٤٤ / ١٦٠ = ٠.٩ أي ٩٠%

وبالتالي وإن أردنا الحصول على قماش بعرض ١٥٢سم بعد المعالجة حرارياً وعلى أساس ذات المردودية:

$$FW / HSE = HSW$$

أي أن العرض الخام المطلوب = ١٥٢/٠.٩ =١٦٩ سم

وقد نجد اختلافاً بين قيمتي HSW المحسوبة والفعلية بسبب بعض فروق العمل الصغيرة والمرتبطة بطراز الآلات ونسبة الحمام ونسبة الرطوبة بعد العصر وقبل دخول الرام، لذا يستحسن إجراء تجارب عملية حقيقية أولاً لتقدير قيمة عامل التصحيح.

٥- معالجة الأخطاء الصباغية:

<u>٥-١- إزالة اللون " التعرية ":</u> تستلزم ظروف العمل أحيانا تعرية أو إزالة لون القماش المطاطي الحاوي على اللايكرا لسبب ما قد يكون تبقيع أو انحراف لون أو عدم تسوية، وتفرض علينا حساسية خيوط اللايكرا الأخذ بالخيارات الأقل ضرراً، لذا فإننا غالباً ما نلجأ للعوامل المرجعة التي تعمل في وسطٍ قلوي مثل الهيدروسلفيت، في حين أننا لا نلجأ للمؤكسدات الكلورية التي تؤثر سلباً على متانة اللايكرا كما نرى في الجدول١٢٣.

الجدول ١٢٣

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="5">بناء حمام تصحيح اللون أو إزالة البقع الخفيفة</td></tr>
<tr><td>منظف عضوي لا شاردي</td><td colspan="2">ثلاثي فوسفات الصوديوم</td><td colspan="2">شروط العمل</td></tr>
<tr><td>١ غ/ل</td><td colspan="2">١-٢ غ/ل</td><td colspan="2">٨٥°م/ ١٥-٢٠ دقيقة</td></tr>
<tr><td colspan="5">بناء حمام إزالة اللون أو إزالة البقع المتوسطة</td></tr>
<tr><td>منظف عضوي لا شاردي</td><td>ثلاثي فوسفات الصوديوم</td><td>هيدرو سلفيت الصوديوم</td><td colspan="2">شروط العمل</td></tr>
<tr><td>١ غ/ل</td><td>١-٢ غ/ل</td><td>١-٣ غ/ل</td><td colspan="2">٨٥°م/ ١٥-٢٠ دقيقة</td></tr>
<tr><td colspan="5">بناء حمام إزالة اللون بالوسطين الحمضي والقلوي</td></tr>
<tr><td>الوسط القلوي</td><td>سلفوكسيلات فورم ألدهيد الصوديوم
٥ %</td><td>pH: 10-11</td><td>مشتت مناسب
١ غ/ل</td><td>٩٠-٩٥°م / ٤٥ دقيقة</td></tr>
<tr><td>الوسط الحمضي</td><td>سلفوكسيلات فورم ألدهيد التوتياء
١ %</td><td>pH: 5</td><td>مشتت مناسب
١ غ/ل</td><td>٨٥°م / ٤٥ دقيقة</td></tr>
<tr><td colspan="5">ملاحظة: يطلق الهيبو كلوريت الأكسجين في الوسط القلوي والذي يؤكسد مكونات الألياف وشوائبها كونه وليداً، في حين أنه يُطلق في الوسط الحمضي غاز الكلور السام والمؤكسد القوي الذي يخرب الخيوط ويسبب تآكل الآلات .</td></tr>
</table>

البحث السادس

صباغة الخيوط والألياف الممزوجة

١- صباغة مزائج البولي استر:

١-١- صباغة مزائج البولي استر/ سيليلوز: تُعتبر مزائج البولي استر مع السيليلوز أو الفيسكوز واحدةً من أكثر المزائج المتداولة تجارياً، وتتعدد تقنيات صباغتها بحسب:

أ- نسبة البولي استر للسيليلوز: تستلزم صباغة البولي استر درجات حرارة عالية تصل إلى " ١٣٠°م "، ويؤدي رفع درجة حرارة حمام الصباغة لتراجع معدلات ليونة وطراوة السيليلوز، لذا فإننا غالباً ما نسعى قدر الإمكان لصباغة البولي استر عندما تكون نسبته منخفضة بطريقة الضغط الجوي بوجود الكارير.

ب- درجة عمق اللون: فعندما يكون اللون المطلوب بدرجة عمق عالية لا يمكننا الأخذ بطريقة الضغط الجوي إلا في حال الحياكة الخلفية لخيوط البولي استر بحيث لا يمكننا رؤيتها ظاهرةً على الوجه وبالتالي لا تظهر الفروق بين درجتي عمق لوني البولي استر والسيليلوز.

جـ - الثباتيات والمواصفات المطلوبة: تلعب الثباتيات المطلوبة دوراً كبيراً في تحديد طريقة الصباغة، إذ لا يمكننا ضمان الثباتيات العالية للبولي استر إلا عند صباغته بطريقة الحرارة العالية للألوان المتوسطة أو الغامقة، حيث يمكننا الاستغناء عن الكارير الذي يعزز حدوث ظاهرة الهجرة الحرارية التي تحدث للأصبغة بشروط الحرارة ١٨٠°م الجافة، كما تعزز شروط حمام درجات الحرارة العالية على الجت المزود بقاذفٍ فعّال على شد القماش طولياً وبالتالي تخليصه من عيوب حياكة كثيرة قد لا تظهر إلا بعد عمليات الإنهاء وتظهر هذه الفائدة على أصناف النسيج بصورةٍ خاصة.

١-١-١- صباغة مزائج البولي استر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة الفعالة: يمكننا صباغة هذا الممزوج بطريقتي الحمام الواحد، والحمامين:

طريقة الحمام الواحد: يمكننا تطبيق هذه الطريقة مع الأصبغة الفعالة المقاومة لدرجات حرارة ١٣٠°م بوسط حمضي كما هو حال مجموعة أصبغة البروسيون اكسل، وأهم ما ينبغي التنويه له هنا:

أ- عدم جواز إضافة ملح الطعام بشروط الحرارة العالية واعتماد ملح كبريتات الصوديوم فقط.

ب- عدم اللجوء لهذه الطريقة عند استخدامنا لأصبغة ديسبرس غير كاملة الامتصاص، إذ لا مجال لنا هنا لتطبيق حمام غسيل إرجاعي نضمن معه ثباتيات عالية، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لهذه الطريقة مع الألوان الفاتحة فقط.

ج- التحقق من ثباتية الأصبغة الفعالة المراد استخدامها لشروط بناء حمام صباغة الديسبرس.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ الفعال اللازمين بما يتوافق ونسبتهما لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بولي استر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند pH:5-5.5 ودرجة الحرارة عند ٦٠°م ونضيف عوامل التسوية والتحلية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى وندور لمدة ٥-١٠ دقائق، ونبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة حرارة تثبيت الأصبغة المطبقة، نبدأ بعدها التبريد بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة ٨٠°م، ندور عندها مدة ٥-١٠ دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة وقبل القلوي لرفع معدلات الامتصاص قبل التثبيت، نستمر عند الدرجة ٨٠°م حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين.

طريقة العمل بحمامين: نبدأ أولاً بحمام صباغة البولي استر كالمعتاد ونتبعه بحمام الغسيل الإرجاعي ونتأكد من تمام التخلص من كامل صباغ الديسبرس غير الممتص لنبدأ بحمام الأصبغة الفعالة.

الفوارق بين طريقتي الحمام الواحد والحمامين: يمكننا تحديد مجموعة الملاحظات حول الفروق بين الطريقتين كما في الجدول ١٢٤:

الجدول ١٢٤

الفوارق بين طريقتي الحمام الواحد والحمامين		
الخاصة	طريقة الحمام الواحد	طريقة الحمامين
اعتماد أصبغة الحرارة العالية " ٨٠°م "	إمكانية كاملة	إمكانية كاملة
أعتماد أصبغة الحرارة ٦٠°م أو الأصبغة المتعددة الوظائف	نادراً	
تطبيق حمام الغسيل الإرجاعي	غير ممكن	
إضافة صباغ ديسبرس على الحمام الصباغي لإصلاح اتجاه اللون	صعبة	
تحقيق وفر اقتصادي	ممتاز	عادي

اختبار اللون: يتوجب التحقق من اتجاه لون البولي استر قبل إضافة القلوي، ونعاني هنا من مشكلة تبقيع صباغ الديسبرس على القطن ما يتسبب بعدم تمكننا من التحقق الصحيح للون البولي استر، لذا نجد أنه من الضروري معالجة عينة اللون بتعرية لون القطن بالعوامل المؤكسدة كمركبات الكلور أو بالإرجاع بهيدروسلفيت الصوديوم، ونلجأ في حال لم نتمكن من تمام التحقق لإذابة القطن بغلي العينة بالحموض المعدنية الممددة.

الغلي والشطف النهائي: يتم تطبيق حمامات الغلي للتخلص من جزيئات الأصبغة الفعالة المتحلمهة والممتصة على ألياف القطن مسببةً تراجعَ الثباتيات جميعها، ويتوجب علينا التحقق من ثباتية الأصبغة المبعثرة تجاه شروط حمام التصبين القلوي " pH~9 " عندما يكون الصباغ الفعال المستخدم من نوع أحادي كلور التريازين الذي يستلزم مثل هذه الدرجة من القلوية لتحقيق أعلى الثباتيات وبالتالي أعلى مردود لحمام التصبين.

١-١-٢- صباغة مزائج البولي استر/قطن بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الأحواض:

أ- طريقة الحمام الواحد: يعتبر تطبيق أصبغة الديسبرس والأحواض في

حمام واحد وعلى مرحلتين الطريقة الأمثل لاستخدامهما، ففي المرحلة الأولى يتم تطبيق أصبغة الديسبرس على البولي استر بشروط الحرارة العالية، وبعد التبريد نبدأ بصباغة الألياف السيليلوزية بأصبغة الأحواض.

صباغة البولي استر: يتم بناء الحمام على الشكل التالي، ونؤكد على ضرورة بعثرة أو تمديد الأصبغة بشكلٍ جيد علاوةً عن التشدد في تعليمات استخدام المواد المساعدة ودرجتي الحرارة والحموضة والبرنامج الزمني لصباغة الديسبرس والأحواض.

بناء حمام صباغة الديسبرس والأحواض	
صباغ ديسبرس + صباغ أحواض	ما يلزم %
عوامل : مبعثرة ، تحلية ، واقية غروية	١-٢ غ/ل
حمض خل أو مانح حموضة	pH: 4.5-5.0

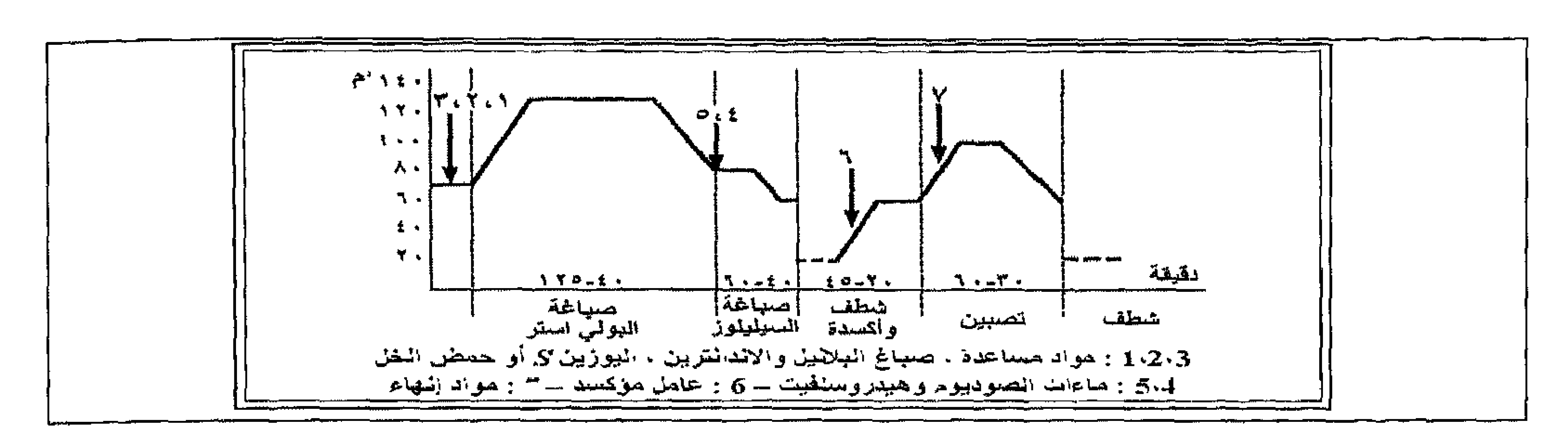
صباغة الألياف السيليلوزية: بعد الانتهاء من صباغة البولي استر نبدأ بتبريد الحمام حتى الدرجة ٨٠°م لنضيف:

ماءات الصوديوم	هيدروسلفيت الصوديوم	عامل تسوية لأصبغة الأحواض
من الجدول ١٢١		٠.٥-١.٠ غ/ل

تتم عملية الصباغة لمدة ١٥ دقيقة/ ٨٠°م، يُبَرَّد بعدها الحمام حتى ٥٠-٦٠°م ونستمر عندها لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، كما نرى في الجدول ١٢٥:

الجدول ١٢٥

المادة	أصبغة ادانترين % غروية	أصبغة IW	أصبغة IN	أصبغة IN الخاصة
ماءات الصوديوم ٣٨ بوميه مل/ل	٠.٠٥-٠.٥ %	٦-٧	١٠-١٢	١٥-١٧
	٠.٥-١.٥ %	٧-٩	١٢-١٥	١٧-٢٢
	١.٥-٢.٥ %	٩-١٠	١٥-٢٠	٢٢-٢٦
هيدروسلفيت الصوديوم المركز من BASF غ/ل	٠.٠٥-٠.٥ %	٢-٣	٣-٤	٣-٤
	٠.٥-١.٥ %	٣-٥	٤-٦	٤-٦
	١.٥-٢.٥ %	٥-٧	٦-٨	٦-٨
كبريتات الصوديوم أو ملح الطعام غ/ل	٠.٠٥-٠.٥ %			
	٠.٥-١.٥ %			
	١.٥-٢.٥ %			



ويتوجب علينا إضافة ٢ غ/ ل غلوكوز ٨٠% لأصبغة الاندانترين: الأزرق BC & GC & RS، والأزرق اللامع RCL، والأزرق الغامق DB قبل إرجاعها، أما كميات الملح فنجدها في الجدول ١٢١ ونضيفها عند درجة حرارة ٦٠°م.

يمكننا مع الألوان الفاتحة تبريد الحمام حتى ٩٥°م لنُرْجِع الأصبغة محققين درجة التسوية العليا بدرجات الحرارة العالية، ويُستعاض هنا عن الهيدروسلفيت مثلاً بعامل مرجع يعمل بدرجات حرارة ٩٥°م مثل رونغال HT من BASF المستخدم كعامل إرجاع بنسبة ١.٢ من كمية الهيدروسلفيت، ونستمر لمدة ١٥-٢٠ دقيقة لنبدأ بتبريد الحمام حتى ٨٠°م باستخدام ١-٢ غ/ ل هيدروسلفيت ونبرد بعدها حتى ٦٠°م.

لإتمام العملية الصباغية، نشطف ونؤكسد ونصبن بالطريقة الأنسب لنوعية البضاعة وباستخدام الماء الأكسجيني أو أي عامل مؤكسد مناسب للحصول على النتيجة الأفضل، ونرى في الجدول ١٢١ مخطط العملية الصباغية بحسب شركة باسف بطريقة الحمام الواحد بأصبغة البلانيل والاندانترين.

١-١-٣- صباغة مزائج البولي استر/قطن بأصبغة الديسبرس مع الأصبغة المباشرة: يمكننا هنا إجراء عملية الصباغة بطريقة الحمام الواحد أو الحمامين بشرط التأكد من مقاومة الأصبغة المباشرة للتخرب بشروط الحرارة العالية والوسط الحمضي ، ويمكننا بالرجوع لكتالوكات الشركات النظامية تحديد إمكانية مقاومة الصباغ لهكذا شروط، وسنلقِ هنا بنظرة على طريقة الحمام الواحد فقط.

طريقة العمل بحمام واحد: يوزن صباغ الديسبرس والصباغ المباشر اللازمين بما يتوافق ونسبتهما لنبدأ العملية الصباغية كما لو أننا نصبغ بولي استر صافٍ، فنضبط درجة الحموضة عند pH~5-5.5 ودرجة الحرارة عند ٦٠°م ونضيف عوامل التسوية والتحلية وملح كبريتات الصوديوم لنتبعها بمحلول الصباغ المصفى وندور لمدة ٥-١٠ دقائق، ثم نبدأ برفع درجة الحرارة بما يتوافق مع معدلات غزارة الآلة وسرعة دوران الحبل ونوعية الأصبغة ومواد التسوية على السواء، ونستمر عند درجة الحرارة بحسب نمط الأصبغة المستخدمة، نبدأ بعدها التبريد بمعدلاتٍ دون معدلات رفع درجات الحرارة منعاً لتكسير البضاعة حتى بلوغ الدرجة ٨٠°م، ندور عندها مدة ٥-١٠ دقائق لنبدأ بحقن المحلول القلوي ببطء عند اعتمادنا أصبغة مباشرة تستلزم وسطاً قلوياً خفيفاً أي بحدود pH ~ 9، ويتوجب في حال اعتمادنا ملح الطعام بدلاً عن ملح كبريتات الصوديوم ضخ المحلول الملحي في هذه المرحلة، نستمر بالتبريد حتى الدرجة ٧٠°م حتى الوصول لدرجة عمق اللون واتجاهه المطلوبين، نشطف بعدها جيداً لنطبق بعدها حمام التثبيت.

ملاحظة: تتنوع درجات مقاومة الأصبغة المباشرة لحرارة ١٣٠°م والوسط الحمضي، فمنها ما يتخرب بشكلٍ كامل ومنها ما يتخرب بشكلٍ جزئي بحسب زمن البقاء عند الدرجة ١٣٠°م ومعدلات الغزارة في آلة الصباغ والتي قد تتسبب بإجهادات ميكانيكية قد لا يحتملها الجزيء الصباغي.

١-٢- صباغة مزائج البولي استر/صوف: نعاني من ضعف مقاومة الصوف للحرارة الزائدة عن ١٠٦°م كحدٍ أقصى، لذا فإن ثمةَ تقنياتٍ عدة يمكننا اللجوء إليها لتحقيق أقصى ما يمكننا من ثباتيات، ومن أهم هذه التقنيات نجد:

١-٢-١- الصباغة بحمامٍ واحدٍ بوجود الكارير عند الدرجة ~ ١٠٥ °م: يتم الاعتماد هنا على أصبغة ديسبرس من نمط الحرارة المنخفضة " E " وبالاعتماد على أنواع كارير لا تسبب تبقيعاً لأصبغة الديسبرس على الصوف، ويتم تطبيق الحمام عند ١٠٥°م تقريباً.

١-٢-٢- الصباغة بحمام واحد عند الدرجة ١١٥°م: يمكننا بإضافة الفورم ألدهيد بنسبة ١% من وزن الصوف رفع درجة حرارة مقاومة الصوف حتى ١١٥°م على أن يتم حساب ما يلزم من محلول الفورم ألدهيد التجاري والذي قد تصل نسبته أحياناً وبحسب التركيز حتى ٣-٤ %.

١-٢-٣- صباغة الشعيرات قبل عمليات الغزل: تُتبَع هذه الطريقة مع أصناف الجوخ، إذ نعمد لصباغة شعيرات البولي استر وألياف الصوف بحمامين مستقلين، ونعالج بعدها هذه الشعيرات بعمليات تلبيد للحصول على حصيرة الجوخ أو اللباد المقاومة لإجهادات الضغط والحرارة والرطوبة.

١-٢-٤- صباغة مزائج البولي استر/صوف بأصبغة الديسبرس مع أصبغة الكروم الحمضية: نتبع هنا الطرق السالفة الذكر تماماً بفارق معالجة القماش بحمام تثبيت مع البيكرومات بحرارة ٧٠-٨٠°م وحموضة pH~5.5-6 لربط الجزيء الصباغي بألياف الصوف رافعين بذلك ثباتية الصباغ، ومن أهم ما يعيب هذه الطريقة التلوث البيئي تسببها بخشونة الألياف الصوفية، لذا فإننا نادراً ما نستعمل هذا النوع من الأصبغة مع الملبوسات، بل نلجأ لها لصباغة الصوف المراد استخدامه في صناعة السجاد والذي يستلزم ثباتيات عالية على النور والاحتكاك خاصة، وقد مُنعت هذه الأصبغة حالياً بسبب التلوث البيئي الذي يسببه استخدام الكروم.

١-٣- صباغة مزائج البولي استر/ بولي أميد: تتم صباغة البولي أميد عادةً بمجموعةٍ منتقاة من الأصبغة الحمضية أو الأصبغة المعدنية المعقدة بوسطٍ حمضي وبشروط الضغط الجوي، ويؤدي انخفاض درجات حرارة تزججها والتي قد تصل في أحياناً حتى ٥٥°م وقابلية امتصاصها معظم أنواع الأصبغة وبدرجاتٍ متفاوتة لامتصاصها الأصبغة الحمضية الخاصة بها وأصبغة الديسبرس المضافة لصباغة البولي استر، لذا فإننا نواجه معها تراجع قوة لون البولي استر بمقابل ارتفاع قوة لون البولي أميد، وتتعقد المشكلة أكثر عندما يكون المطلوب لوناً مركباً ومغايراً للون الأقمشة الممزوجة، كأن يكون المطلوب لون البولي أميد أحمر والبولي استر أزرق

أو أخضر، ويمنحنا رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى درجات الحرارة العالية أو إضافة الكارير مع اعتماد أصبغة ديسبرس من النمط E لإمكانية استعادة أصبغة الديسبرس الممتصة من البولي أميد ليمتصها البولي استر وبالتالي التحكم أكثر بتوجيه عمليات الامتصاص الصباغي، وتستحسن شركة BASF اعتماد البولي أميد ٦-٦ عن البولي أميد ٦ لأنه يمكننا معه صباغة البولي استر بألوان فاتحة.

ومن الضروري الإشارة هنا لضعف ثباتيات أصبغة الديسبرس على البلل تجاه البولي أميد، لذا فإنه من الضروري لرفع هذه الثباتية النزع الجيد لهذه الأصبغة من البولي أميد ليُصار إلى عملية صباغة تالية بالأصبغة المعدنية المعقدة أو الأصبغة الحمضية بحمامٍ منفصل، فيتم تطبيق حمام صباغة البولي استر عند درجات الحرارة العالية وفق الإجراءات الاعتيادية متبوعاً بحمام غسيل إرجاعي لنبدأ بحمام صباغة البولي أميد، ويبين لنا الجدول ١٢٦ ملخص ما سبق.

الجدول ١٢٦

مثال لاحتمالات توزع الأصبغة عند صباغة مزيج البولي استر مع البولي أميد

النوع	اللون المطلوب	الصباغ المضاف	بشروط الضغط الجوي		بشروط الحرارة العالية أو إضافة الكارير	
			الصباغ الممتص	اللون الناتج	الصباغ الممتص	اللون الناتج
بولي استر	أزرق	ديسبرس أزرق	قسم من الأزرق	أزرق فاتح	كامل الأزرق	أزرق
بولي أميد	أحمر	أسيد أحمر	باقي الأزرق وكامل الأحمر	بنفسجي	أحمر	أحمر
بولي استر	أخضر	أزرق + أصفر	قسم من الأزرق والأصفر	أخضر فاتح	كامل الأزرق والأصفر	أخضر
بولي أميد	أحمر	أحمر	أحمر+ أزرق + أصفر	غير محدد	أحمر	أحمر

١-٤- صباغة مزائج البولي استر مع البولي أكريلونتريل: يسبب انخفاض درجة حرارة تزجج البولي أكريلونتريل حساسيةً عالية تجاه معدلات التدفق وارتفاع درجات الحرارة، وهذا ما يدفعنا لصباغة الخيوط الممزوجة من البولي استر والبولي أكريلونتريل بشروط حرارية منخفضة لا تتجاوز الـ

١٠٥°م، وبالتالي فإننا نجد أنه من الضروري الاعتماد على الكارير في الحمام الصباغي.

وتنصح باسف لمثل هذه العمليات باختيار أصبغة ديسبرس ضعيفة التشرب على البولي أكريلونتريل، وأصبغة قاعدية لا يتشربها البولي استر، وعند الضرورة نضيف الكارير بشرط عدم احتوائه عوامل استحلاب شاردية سالبة، وفي هذه الحالة تتم العملية في حمامٍ واحد كما في الجدول ١٢٧:

الجدول ١٢٧

بناء حمام صباغة البولي استر مع البولي أكريلو نتريل					
صباغ قاعدي	ما يلزم %	نتوقف عند الدرجة ٧٠°م ثم نضيف	كارير	ما يلزم %
عامل مبعثر لا شاردي	~ ١ غ/ل		صباغ ديسبرس	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4-5			

نرفع الحرارة حتى ١٠٥°م ونستمر عندها ٣٠-٦٠ دقيقة مع المراقبة الدائمة لدرجة الحموضة، ثم نبرد ونشطف بماءٍ دافيء حرارته ٤٠°م وآخر بارد.

وقد وُجِدَ عملياً صعوبة انتقاء أصبغة ديسبرس غير قابلة للتبقيع على البولي أكريلو نتريل، لذا فإننا ننصح صباغة البولي استر أولاً بحرارة ١٠٥°م بوجود الكارير غير الحاوي على عوامل استحلاب سالبة الشحنة وإلا فإننا نضطر لتطبيق حمام إزالة لبواقي الكارير ما أمكن، ومن ثم رصد لون الاكريليك لاستكمال اللون بحسب المطلوب.

١-٥- صباغة مزائج البولي استر مع ثلاثي الأسيتات: لهذه التركيبة مشاكل معقدة بعض الشيء، إذ تتم صباغة كليهما بأصبغة الديسبرس ما لا يمكننا من الحصول على فوارق لونية محسوسة برغم ضعف ثباتية أصبغة الديسبرس على ثلاثي الأسيتات عنها مع البولي استر، إضافة للثباتيات الضعيفة على النور لبعض الأصبغة على البولي استر وثلاثي الأسيتات على السواء، ويتم بناء الحمام الصباغي كما في الجدول ١٢٨.

١-٦- صباغة البولي استر مع ٢.٥ أسيتات: تتم صباغة الأسيتات بالأصبغة المبعثرة بدرجة حرارة ~ ٨٠ °م، إذ يؤدي رفع الحرارة لأكثرَ من ذلك

لتشوه خيوط الأسيتات غير اللامعة بسبب ليونتها، وبالتالي تتم عملية صباغة الأسيتات فقط دون البولي استر، ويتم بناء الحمام كما في الجدول ١٢٨:

الجدول ١٢٨

بناء حمام صباغة صباغة البولي استر مع الأسيتات أو ثلاثي الأسيتات		
المادة	ثلاثي الأسيتات	٢.٥ أسيتات
صباغ ديسبرس	ما يلزم %	/
صباغ أسيتات	/	ما يلزم %
حمض خل أو مانح حموضة	pH~ 4.5-5.0	pH~ 5-6
عامل تسوية وبعثرة	١-٢ غ/ل	
عامل تحلية	٠.٥-١ غ/ل	
طريقة العمل	٦٠ دقيقة / ١٢٥°م حمام غسيل إرجاعي فحمام شطف بارد	٦٠ دقيقة / ٨٠° م حمام شطف عند ٦٠° م

٢- صباغة القطن الممزوج:

٢-١- صباغة القطن / صوف: ينحل الصوف بالوسط القلوي " ٢ غ/ل صود كاوي أو ٥ غ/ل كربونات الصوديوم" لذا لا يمكننا صباغة البضائع الممزوجة من الصوف مع القطن أو الفيسكوز بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض أو أي حمام معالجة قلوية لاحق، وهكذا نجد أنه لا يمكننا صباغة القطن إلا بالأصبغة المباشرة، لذا فإننا غالباً ما نلجأ لحمامٍ واحد يحوي الأصبغة: المباشرة والحمضية أو المباشرة والحمضية الكرومية على أن نتبع الحمام عند استخدام الأصبغة الحمضية الكرومية بحمام المعالجة الكرومية ليتبعه حمام تثبيت الأصبغة المباشرة عند اضطرارنا له إذ قد يؤدي تطبيق المثبت الموجب الشحنة قبل المعالجة الكرومية لتفاعله مع الأصبغة الموجبة السالبة الشحنة، ويجري تطبيق الحمام الصباغي بشروط الضغط الجوي العادي وبوسطٍ حمضي بإضافة عوامل تسوية ملائمة مثل ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، ويتوجب علينا عند اضطرارنا لاستخدام عوامل تسوية للصوف من النمط الشاردي الضعيف الشحنة الموجبة التأكد أولاً من عدم إمكانية تشكل رواسب بينها وبين الأصبغة المباشرة المستخدمة.

٢-٢- صباغة القطن/ بولي أميد: يمكننا صباغة القطن هنا بشتى أنواع

الأصبغة المستخدمة مع القطن الصافي، على أن نبدأ بصباغة القطن أولاً وتقييم كمية الصباغ الممتص من قبل البولي أميد لإكمال اللون بحسب المطلوب، ذلك لأن البولي أميد سيمتص كميةً من صباغ القطن تتعلق نسبتها بشروط تطبيق الحمام ما بين حمضي وقلوي، أو أنه حمام أصبغة فعالة عند ٦٠ أم ٨٠°م، أو كمية الملح المضافة وتوقيت إضافتها لأننا وكلما تأخرنا بإضافة الملح كانت نسبة الصباغ الممتصة من قبل البولي أميد أكبر ...، لذا فإنه من المستحسن تطبيق الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض بأصبغة غير قابلة للتعرية بالعوامل المرجعة إن كانت فعالة أو المواد المؤكسدة إن كانت أصبغة أحواض ليصار لتعرية البولي أميد مما امتص من أصبغة ومن ثم صباغته أو إكمال لونه للمطلوب عندما نجد أن التعرية كانت جزئية.

٢-٣- صباغة القطن/ اكريليك:

<u>٢-٣-١- مع الأصبغة المباشرة:</u> يتم تطبيق صباغ الاكريليك القاعدي عند درجة الحرارة ١٠٢-١٠٥°م أولاً بدون استخدام العامل المؤخر الموجب لصعوبة التخلص الكامل منه بعد إنهاء الحمام، ويمكننا في أحسن الأحوال التخلص من بعضه بتطبيق حمام الغسيل بصابون مارسيل، نتبعه بحمام الأصبغة المباشرة عند درجة حرارة ٩٥°م ونتابع حسب الأصول.

<u>٢-٣-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض:</u> يستحسن هنا صباغة القطن بالأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض لننهي حمام الصباغة بحمامات الغلي أو الأكسدة اللازمة، ومن ثم نلجأ للبدء بصباغة البولي أكريلو نتريل عند حرارة ١٠٢-١٠٥°م بشرط اختيار أصبغة فعالة أو أحواض مقاومة قدر الإمكان لمثل هذه الحرارة.

أما في حال البدء بصباغة البولي أكريلو نتريل فيتوجب التحقق من ثباتية الأصبغة القاعدية المختارة لشروط حمامي الصباغة والغلي القلويين، والتأكد من عدم إمكانية تبقيع أصبغة القطن بشروط الصباغة على خيوط الاكريليك.

٢-٤- صباغة القطن / أسيتات:

<u>٢-٤-١- مع الأصبغة المباشرة:</u> يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع

الأسيتات على مرحلةٍ واحدة، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس، أو أننا نطبق حمام الصباغة المشترك تحت الضغط الجوي العادي نبرد بعدها حتى ٧٠-٨٠°م ونقارن مسطرة اللون الناتجة.

٢-٤-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض: يستحسن هنا تطبيق حمام صباغة القطن أولاً لنتبعها بحمامات الغلي أو الأكسدة فصباغة الأسيتات، ذلك لأن أصبغة الأسيتات قد تستنزف لعدم ثباتياتها العالية أثناء تطبيق شروط الحمام القلوية عند درجات حرارة ٦٠-٨٠°م، أو أثناء تطبيق حمامات الغلي بدرجة حموضة pH~ 9.

٢-٥- صباغة القطن / ثلاثي الأسيتات:

٢-٥-١- مع الأصبغة المباشرة: يمكننا تطبيق حمام صباغة القطن مع ثلاثي الأسيتات على مرحلةٍ واحدة بشرط مقاومة الأصبغة المباشرة لدرجة الحرارة ١٢٠°م في الوسط الحمضي، ويمكننا تطبيقها على مرحلتين، كأن نصبغ ثلاثي الأسيتات أولاً لنتبعها بحمام صباغة القطن بالأصبغة المباشرة وليس العكس.

٢-٥-٢- مع الأصبغة الفعالة أو أصبغة الأحواض: كما سبق وذكرنا في سياق صباغة البولي استر مع القطن فإنه بإمكاننا هنا تطبيق ذات الطريقة بفارق عدم اضطرارنا للوصول بدرجات الحرارة حتى ١٣٠°م فتكفينا هنا درجات حرارة ١٢٠°م لنتبعها بعد حمام الغسيل الإرجاعي بحمام صباغة القطن، أو يمكننا اعتماد ذات طريقة الحمام الواحد بفارق أننا نصل هنا لدرجة الحرارة ١٢٠°م فقط.

٣- صباغة الصوف الممزوج:

٣-١- صباغة الصوف/ بولي أميد: يمكننا صباغة الصوف مع البولي أميد بالأصبغة الحمضية في حمام واحد بشروط الضغط الجوي لأن كليهما يتخذ من الأصبغة الحمضية أساساً لصباغته، ويمكننا إنهاء الحمام بحمام تثبيت بالاعتماد على أنواع المثبتات الصنعية المطروحة حالياً في الأسواق أو

بالاعتماد على مزيج حمضي العفص والطرطير عند استخدام أصبغة مثل أصبغة النايلوزان E لشركة كلارينت، ويشترط لاستخدام هذا المزيج المثبت عدم احتواء ماء حمام التثبيت على شوارد الحديدي التي تعطي بتفاعلها مع حمض العفص راسباً أسوداً من عفصات الحديدي، كما يتوجب علينا اختيار عوامل التسوية بدقةٍ شديدة منعاً للتقليم الذي قد يحصل بسبب فوارق الألفة تجاه مجموعة الأصبغة المستخدمة فيما بين البولي أميد والصوف، ونستعين بشروط الحمام الصباغي لشركة كلارينت الذي تنصح به لتطبيق أصبغة اللانازين على الصوف كما في الجدول ١٢٩:

الجدول ١٢٩

بناء حمام تطبيق أصبغة اللانازين على الصوف لشركة كلارينت					
المادة	صباغ	كبريتات الأمونيوم	تسوية ليوجين SMK or SU	حمض الخل
الكمية	ما يلزم %	١-٣ غ/ل	١-٢ غ/ل	pH: 6.3-6.8

٣-٢- صباغة الصوف/ اكريليك: يصادفنا هذا النوع من المزج بشكل كبير لمفاعيل الدفء والملمس والهيئة الذي يؤمنه الاكريليك كبديلٍ صنعي للصوف، وتتم عملية الصباغة بالبدء بحمام صباغة الاكريليك بمراعاة شروط العمل التالية آخذين بعين الاعتبار شحنة الأصبغة القاعدية الموجبة وشحنة الأصبغة الحمضية السالبة:

- عدم استخدام مؤخر من نمط مركبات الأمونيوم الرابعية الموجب الشحنة لصعوبة التخلص منه وبالتالي تفاعله مع الأصبغة الحمضية عند صباغة الصوف مشكلاً رواسب تسبب تراجع ثباتيات العملية الصباغية.
- اعتماد كبريتات الصوديوم كعامل تسوية وتأخير لبناء حمام صباغة الاكريليك.
- إضافة عوامل تسوية وبعثرة من نمط ايتوكسيلات الأغوال الدسمة للفعل التنظيفي الممتاز الذي تؤمنه ما نضمن معه التخلص الكامل من كامل البقايا غير الممتصة أو الضعيفة التثبيت على خيوط الاكريليك.

- تحديد درجة إشباع خيط الاكريليك وإضافة ما يلزم فقط من الصباغ القاعدي بحيث نضمن الامتصاص الكامل له تداركاً لتفاعل بقاياه مع الأصبغة الحمضية.

- رفع درجة حرارة حمام صباغة الاكريليك حتى ١٠٥°م ليصار لتطبيق حمام صباغة الصوف عند ٩٨°م وبالتالي تدارك استنزاف الصباغ القاعدي الممتص لحمام الصباغة من جديد معتمدين على فارق ٧°م.

- التأكد من تمام الشطف بعد إنهاء حمام الأصبغة القاعدية الموجبة بتطبيق حمام شطف ساخن وبوجود غواسل لا شاردية وإتباعه بشطفٍ بارد.

بعد ذلك نبدأ بتطبيق حمام الأصبغة الحمضية لصباغة الصوف كالمعتاد.

٣-٣- صباغة الصوف مع الأسيتات: يمكننا تطبيق الحمام الصباغي للصوف والأسيتات بمرحلةٍ واحدة وتحت الضغط الجوي العادي، إذ تتم صباغة كليهما بوسط حمضي وصباغٍ سالب ودون الحاجة للكارير، ومن أهم ما يجب أخذه بعين الاعتبار هنا هو اختيار أصبغة أسيتات أو أصبغة أسيد ضعيفة التبقيع كل منهما على الآخر، ذلك لأن تبقيع الأصبغة الحمضية على الأسيتات أو أصبغة الديسبرس على الأسيتات يعني تراجعاً ملحوظاً في ثباتيات العملية الصباغية.

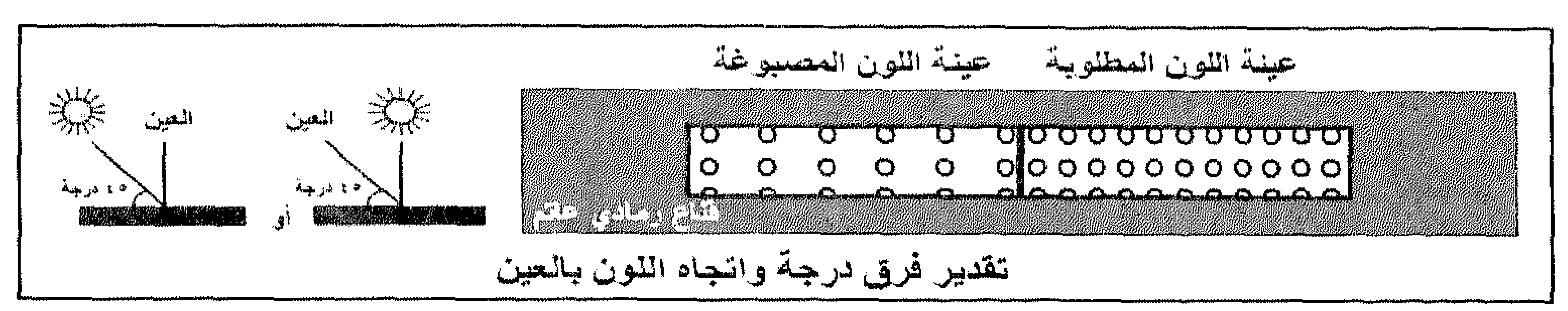
٣-٤- صباغة الصوف مع ثلاثي الأسيتات: تتم صباغة ثلاثي الأسيتات كما ذكرنا سابقاً عند حرارة ١٢٠°م، وهذا ما لا يمكننا تطبيقه بوجود الصوف، لذا فإننا نجد أنه من الأفضل الاعتماد على الفورمول بمعدل ١% من وزن الصوف لنتمكن من رفع درجة حرارة الحمام الصباغي حتى ١١٠-١١٥°م.

البحث السابع

مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "

١ـ **مقدمة:** واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي مُنتَج ليضمن مُنتِجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احتدت معه سياسات المنافسة والتطوير، فبرزت الحاجة لشهادات الجودة كالإيزو والاكو و...

أما في عالم الصناعات النسيجية فقد أصبحت الثباتيات على الغسيل والاحتكاك والنور... أمراً عادياً، بل زاد على ذلك التدقيق على اللون ضمن مجال درجة السماح التي تتفق عليها شركات الإنتاج والتوزيع، وهذا ما استدعى اعتماد الطرق الآلية لتحييد العامل الشخصي الذي يتباين من إنسانٍ لآخر بحسب: السن، درجة الإرهاق العصبي، وبعض العوامل المحيطة بعملية مقارنة اللون مثل نوعية المصدر الضوئي وطريقة المقارنة التي يرتبط نجاحها بدرجة الإضاءة والحرارة كما في الشكل ٦٠:



الشكل ٦٠: تقدير فرق درجة واتجاه اللون بالعين

٢ـ **الأشعة المرئية أو الطيف المرئي:** يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم صنعياً من مجموعةِ أشعةٍ مختلفة طول الموجة كما في الشكل ٦١:

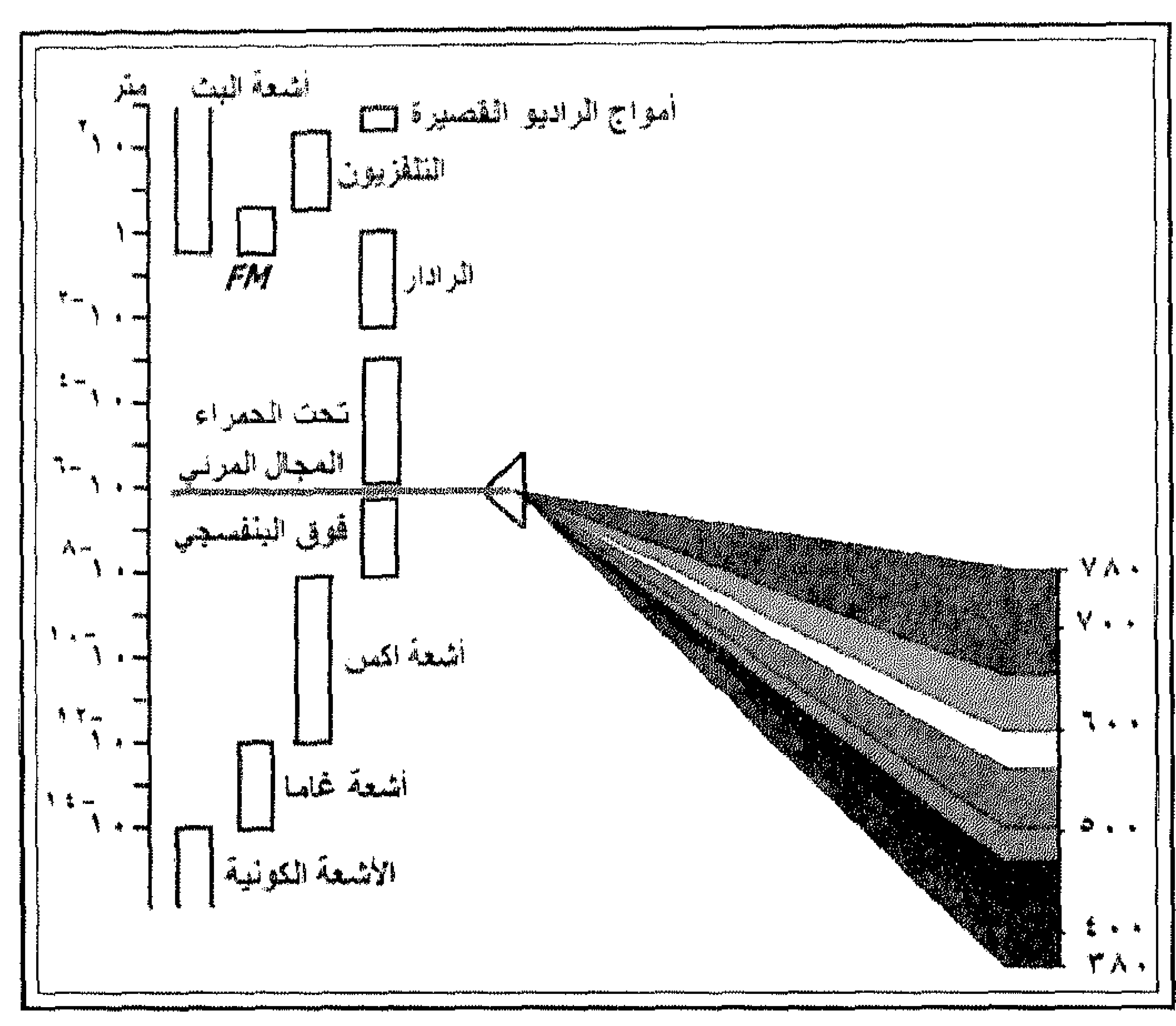
أنواع الأشعة الضوئية				
< ٤٠٠ ميليميكرون			٤٠٠ — ٧٠٠	> ٧٠٠
أشعة غاما	أشعة اكس	فوق البنفسجية	الأشعة المرئية	الأشعة تحت الحمراء " موجات الراديو "

	المجال المرئي *Visible spectrum*							
< ٤٠٠	٤٠٠ — ٧٠٠ ميليميكرون							> ٧٠٠
فوق البنفسجي	بنفسجي	أزرق نيلي	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالي	أحمر	تحت الحمراء

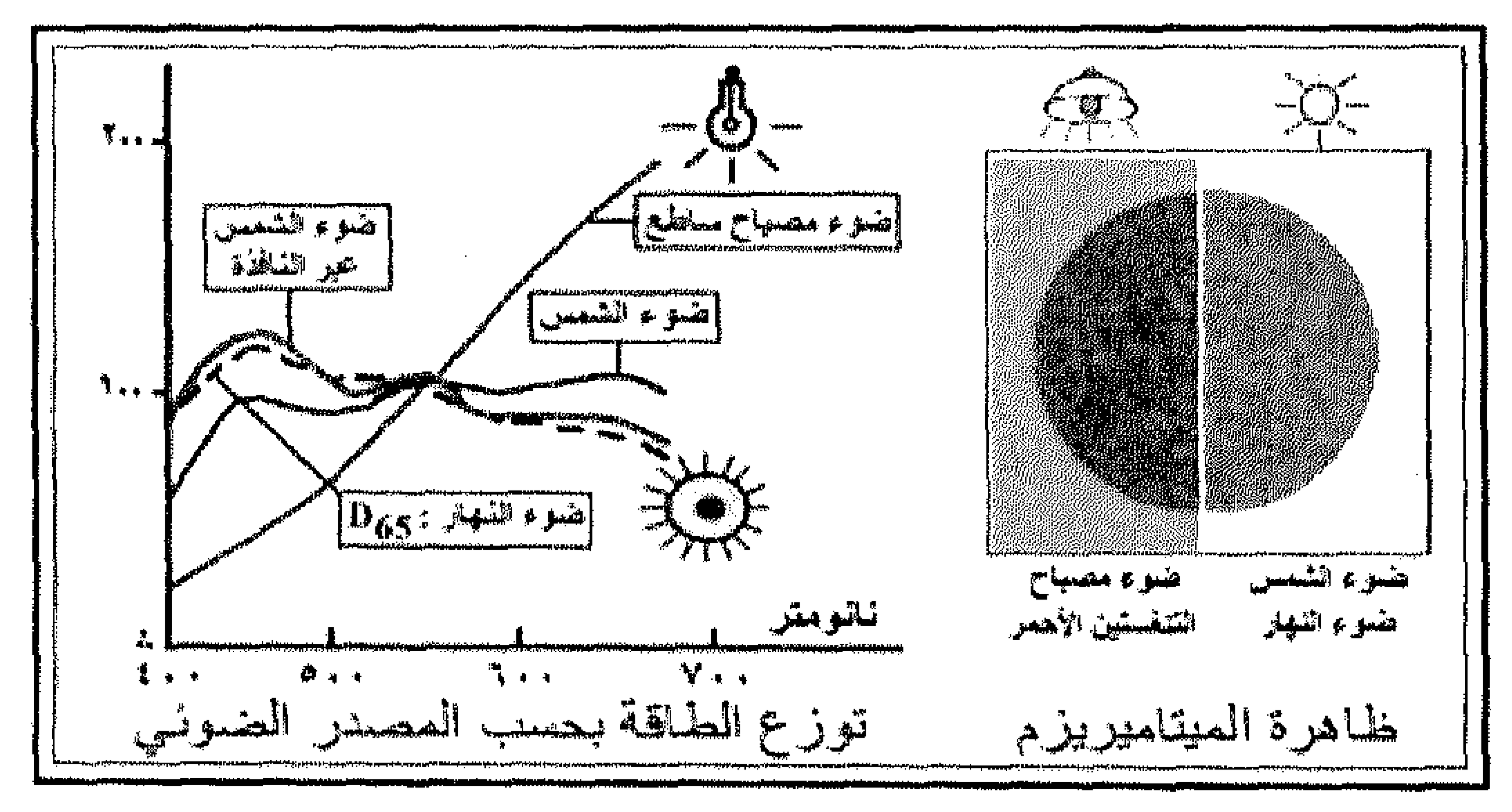
الشكل ٦١: أنواع الأشعة الضوئية

وتتحلل الأشعة المرئية بتمريرها على موشور زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل ٦٢.

وهكذا وتحت تأثير مصدر ضوئي معين تختلف أطوال الموجات الضوئية الواردة على الجسم الملون ما يسبب اختلافاً في أطوال موجات الأشعة المنعكسة يسبب اختلافاً باللون الظاهر للعيان، وهذا ما ندعوه بظاهرة الميتاميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل ٦٣



الشكل ٦٢: موقع المجال المرئي وتحليله بين أنواع الأشعة



الشكل ٦٣: ظاهرة الميتاميريزم

وتعتبر الشمس المصدر الضوئي الأول، إذ لم يتمكن العلماء إلى اليوم من اصطناع مصدرٍ ضوئي يحاكيها إشعاعاً، فهي تطلق ما يعادل ١٤% فقط من طاقتها على شكل إشعاع، في حين يُطلق المصباح الكهربائي ٢% من طاقته على شكل ضوء والباقي حرارة، إضافةً لاختلاف محتوى الاشعاعين من الأطوال الموجية لأشعتهما، إذ تزيد نسبة الإشعاع فوق البنفسجي في ضوء الشمس عنها في ضوء المصابيح الكهربائية.

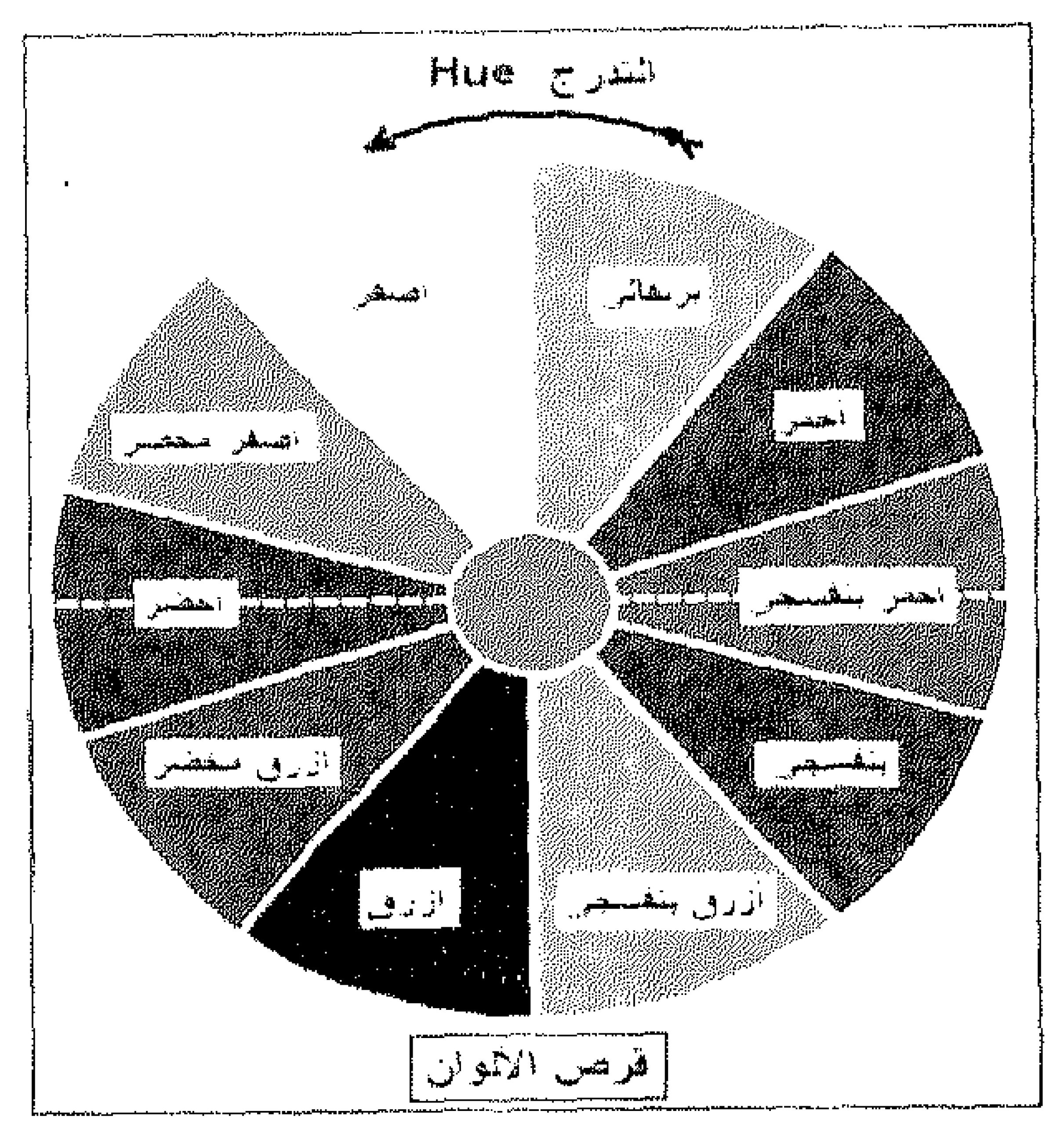
٣- الألوان المتكاملة: يحوي جزيء المركب الملون الكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدارٍ رابطٍ إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء، فتنتقل من مستوى طاقي إلى أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقةً ما امتصته من طاقةٍ من جديد، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون، ونسمي طول الطاقة الممتصة باللون والمنعكسة باللون المكمل كما في الجدول ١٣٠.

الجدول ١٣٠

أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان			
طول الموجة بالأنغستروم	اللون الممتص	اللون المنعكس	آلية الرؤيا
4000 - 4350	بنفسجي	أخضر مصفر	آلية الرؤيا مصدر ضوئي شعاع وارد شعاع منعكس إلى الشبكية كرة حمراء العين
4350 – 4800	أزرق	أصفر	
4800 – 4900	أزرق مخضر	برتقالي	
4900 – 5000	أخضر مزرق	أحمر	
5000 – 5600	أخضر	أرجواني	
5600 – 5800	أخضر مصفر	بنفسجي	
5800 – 5950	أصفر	أزرق	
5950 – 6050	برتقالي	أزرق مخضر	
6050 - 7500	أحمر	أخضر مزرق	

٤- الخواص اللونية: يُعرف اللون على أنه ذلك التأثير الفسيولوجي الخاص بوظائف أعضاء الجسم والساقط على شبكية العين من الجزيء الصباغي الملون أو من الضوء الملون، وبالتالي فهو إحساس دون وجود مادي أي لا وجود له خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية، وأهم الخواص التي يتصف بها اللون عبر توصيفه المرئي أو الفيزيائي.

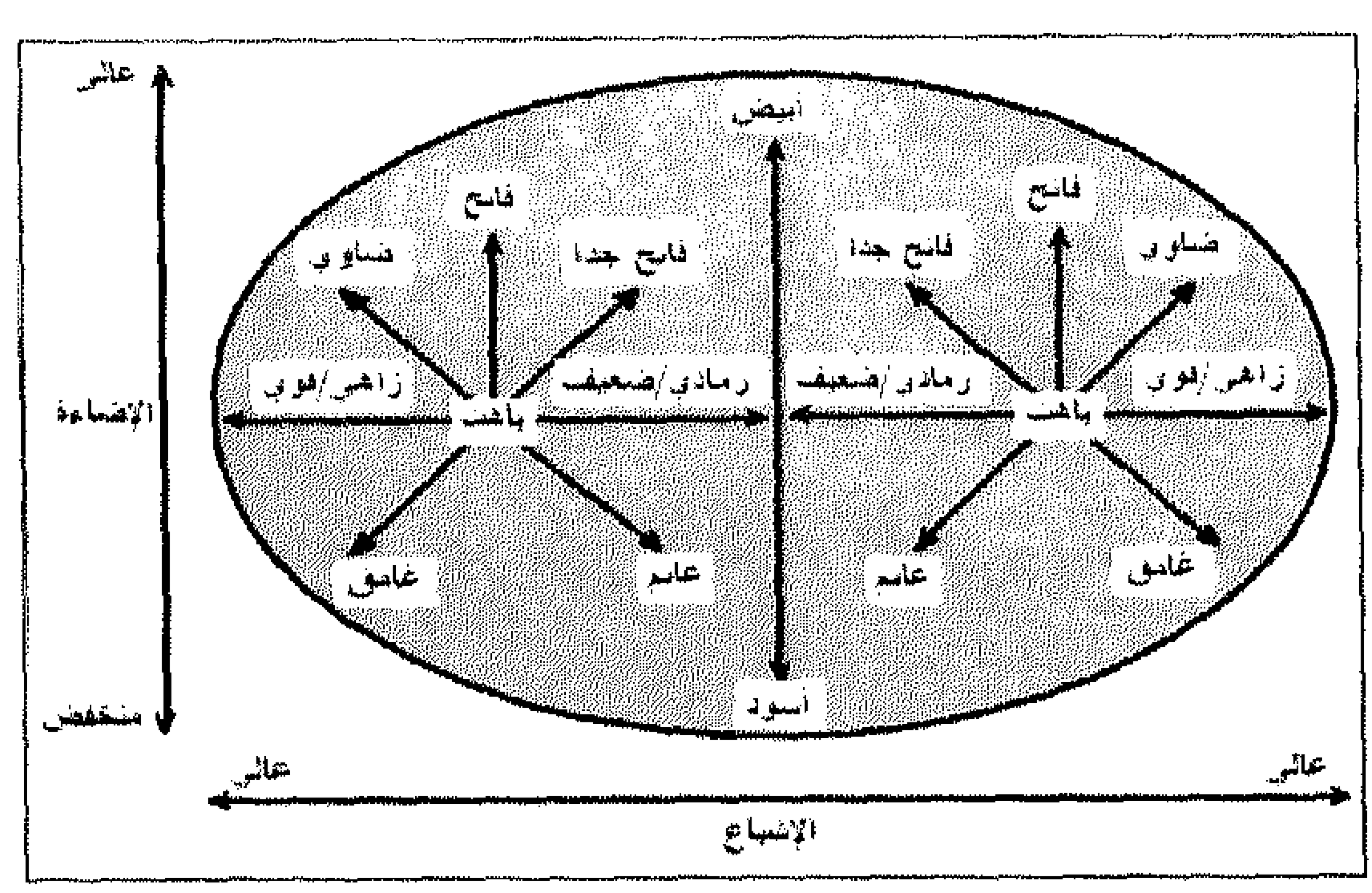
٤-١- التدرج اللوني **Hue**: ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي ... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدريج كما في الشكل ٦٤.



الشكل ٦٤: قرص الألوان

٤-٢- القيمة **Value**: وتدلل على درجة عمق اللون ما بين غامق أو فاتح، أي مشبع وهو ما نعتبره اللون الأساسي Shade أو فاتح Tint.

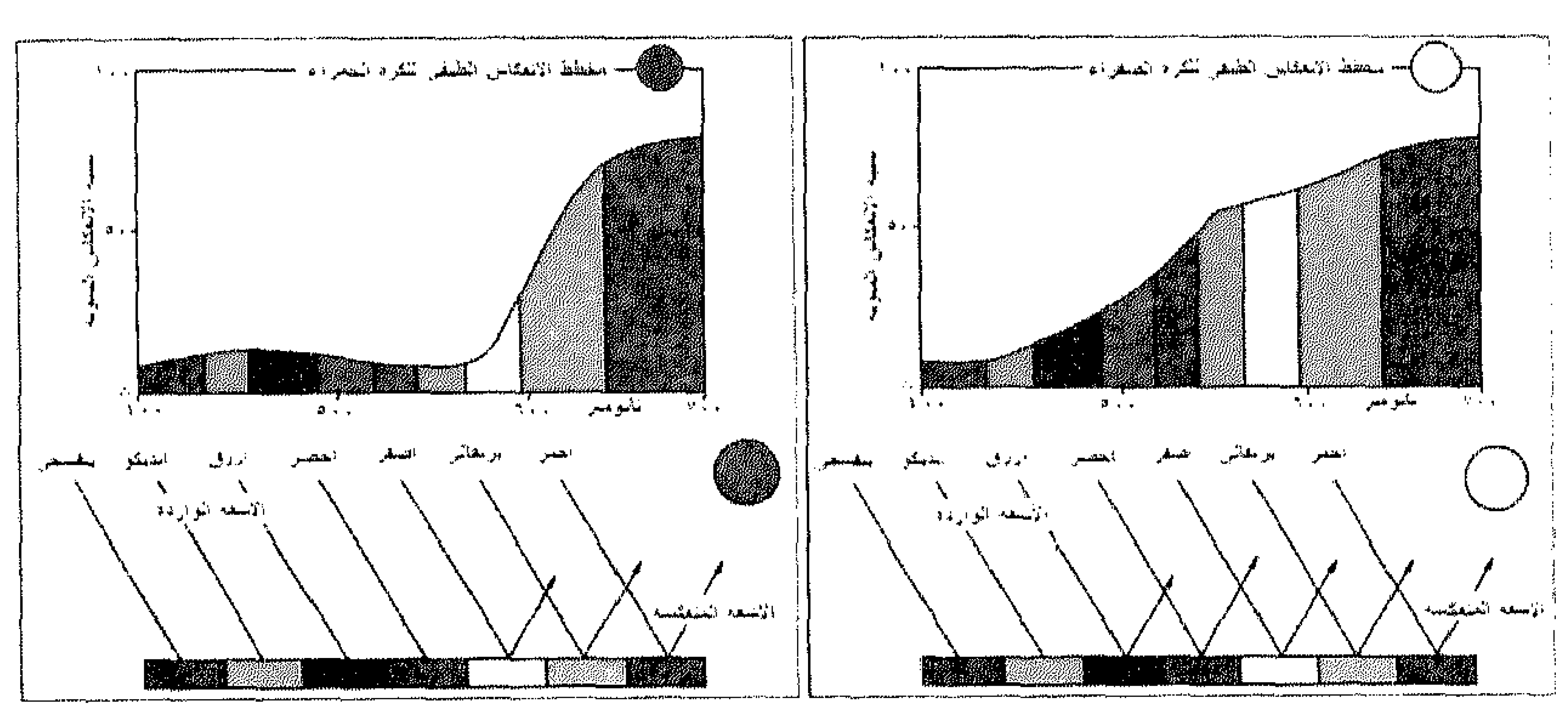
٤-٣- الشدة **Intensity** : وتدلل هذه الخاصية على درجة نقاء اللون، فيمكننا أن نغير من درجة نقاء اللون بمزجه بلونٍ آخر يقربه من السواد، كأن نمزج اللون الأزرق باللون البرتقالي الذي يوجه اللون الأزرق الصافي إلى اللون الكحلي العاتم ومن ثم إلى الأسود أو درجة من درجات اللون الرمادي كما في الشكل ٦٥:



الشكل ٦٥: بناء كرة اللون

ومنهم من يدعو هذه الخاصة بدرجة الإشباع اللوني أو Chroma مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمري مثلاً.

٤-٤- الطول الموجي **Wave Length**: تتوزع الألوان عند تحليل الطيف المرئي على الموشور الذي يسبب انكسار الضوء كما سبق وذكرنا إلى عناصرها الأساسية المتميز كلٍ منها بطول موجة محدد أو بحزمة ضيقة تعطينا اللون الصافي ويقال عنها أنها لون وحيد طول الموجة أو Monochromatic كما نرى في الشكل ٦٦:



الشكل ٦٦: مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

٤-٥- النقاوة Purity : ونقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.

٤-٦- الإضاءة Luminance: وتعبر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.

٤-٧- الإشباع اللوني Chroma: وتدلل هذه الخاصة على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة ٥٠ والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي، ونجد هذه الخاصة بين اللونين الأحمر الضاوي مثلاً والخمري عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر.

٤-٨- اللونان الأبيض والأسود: نقول عن اللون أنه أبيض عندما يعكس جميع الأشعة الساقطة عليه، وأنه أسود عندما يمتصها جميعاً، وعليه فإن

اللون الرمادي هو اللون القادر على امتصاص أو عكس كمياتٍ متساوية جميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعملياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يمكنه أن يعكس كامل الأطوال الموجية بل على ٨٩ % فقط، أو على الجسم الذي يمكنه امتصاص جميع تلك الأطوال بل على أسود الفحم الذي يعكس ما نسبته ٤.٤ % فقط ويعتبر أشد الأجسام سواداً.

٥- أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي: تتم عملية قياس اللون عبر مجموعة أجهزة نجد من أهمها:

أ- السبكتروفوتومتر " Spectrophotometer ": يقيس الضوء المنعكس عند مجموعةٍ من النقاط ليرسم منحني خاص بكل لون ضمن نقاط الارتكاز: أحمر/أخضر، أصفر/أزرق، أبيض/أسود.

ب- الكلرمتر " Colorimeter ": يقيس اللون بطريقة العين البشرية، أي ضمن نقاط ارتكاز : أحمر/ أخضر/ أزرق.

جـ- الدينسيتومتر " Densitometer ": يشبه الكلرمتر بفارق أنه صُمِمَ لمواد خاصة كأحبار الطباعة والتصوير.

الفوارق بين العين البشرية والكالرمتر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون			
إنسان " عين بشرية "	الشبكية	دماغ	لون أحمر
كالرمتر مقياس اللون	حساس	حاسوب ميكروي	001 L: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12 معطيات اللون الرقمية
سبكتروفوتومتر مقياس الطيف الضوئي	حساس طيفي	حاسوب ميكروي	L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12 معطيات اللون الرقمية

الشكل ٦٧: الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر

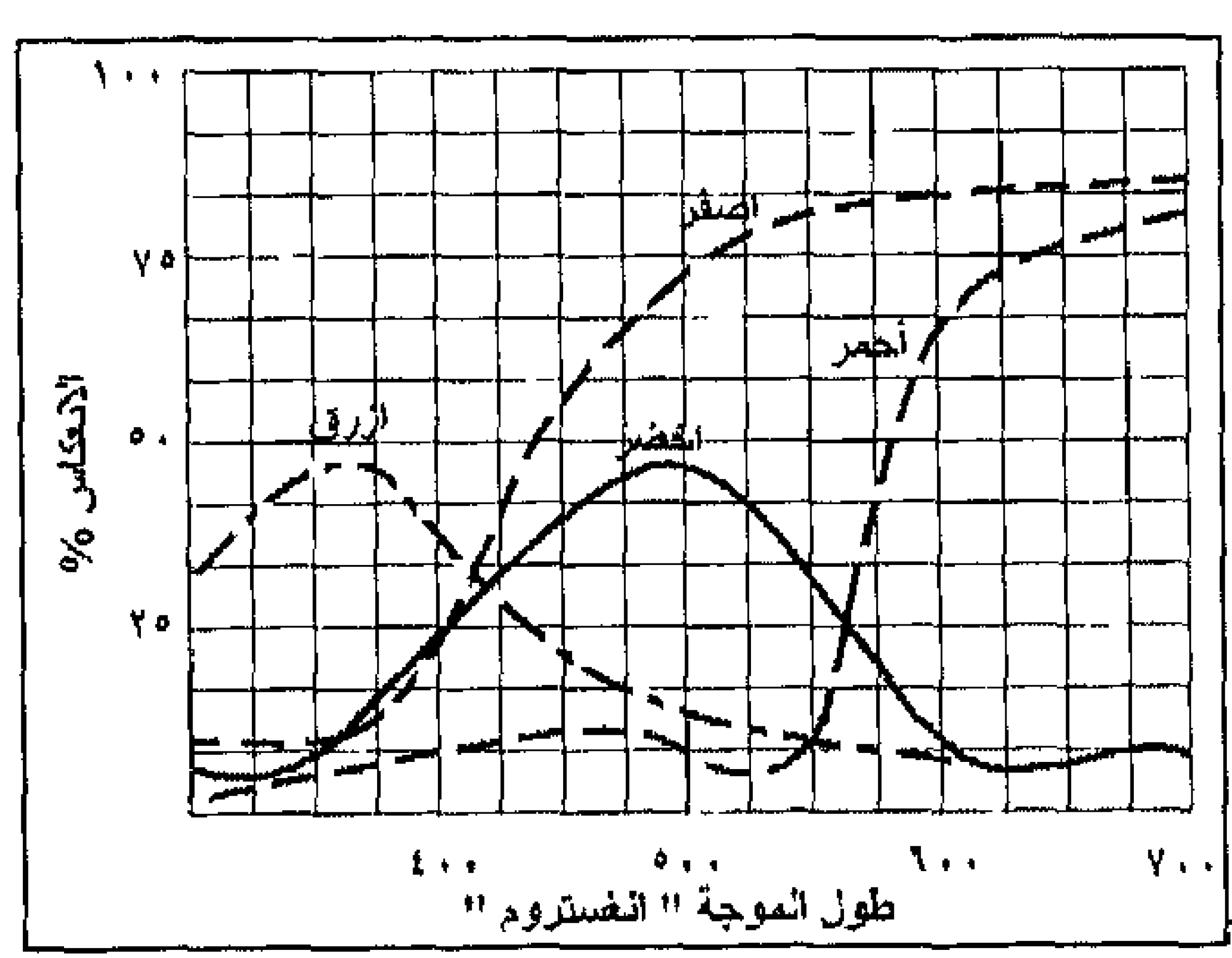
٦- جهاز السبكتروفوتومتر: يتم تعيين تركيب أو تركيز اللون حالياً على جهاز السبكتروفوتومتر الذي يمكنه قياس الضوء الذي ينفذ من المادة

الملونة ليؤثر على خلية كهرضوئية مدرجة مسبقاً على تراكيز معينة للألوان المراد تقيمها أو تحديدها على أساس القياسات بضوء وحيد الموجة، أو حزمة ضوئية محددة، ويتألف الجهاز بشكلٍ رئيسٍ من :

- مصدر ضوئي Light Source.
- مونوكروميتور Mono chromator.
- حامل العينة.
- خلية ضوئية Photocell.
- مكبر Amplifier .
- جهاز بيان Indicator Device.

ويعمل الجهاز أساساً على عمل المونوكروميتر الذي يمرر طول الموجة الوحيد، لكونه موشور يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان لنتمكن من قراءته وتسجيله.

ويقوم مبدأ قياس لون المنسوجات على أساس منحنيات اللون المنعكس عنها Reflatance Curve باعتبارها غير نفوذة للضوء على العكس من المحاليل، ويتم رسم الانعكاس الطيفي بدلالة طول الموجة ومنحني الانعكاس كما سبق وذكرنا للعلاقة الأساسية بين درجة الانعكاس وتركيز الصباغ في المنسوجات، ويبين لنا الشكل ٦٨ منحنيات انعكاس ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.



الشكل ٦٨: أمواج ألوان : الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون النسيج على منحنيات انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم، ولكون تبدد الضوء أو توزعه في النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتُمِدَت مصادر ضوئية ثلاث كما في الجدول ١٣١:

الجدول ١٣١

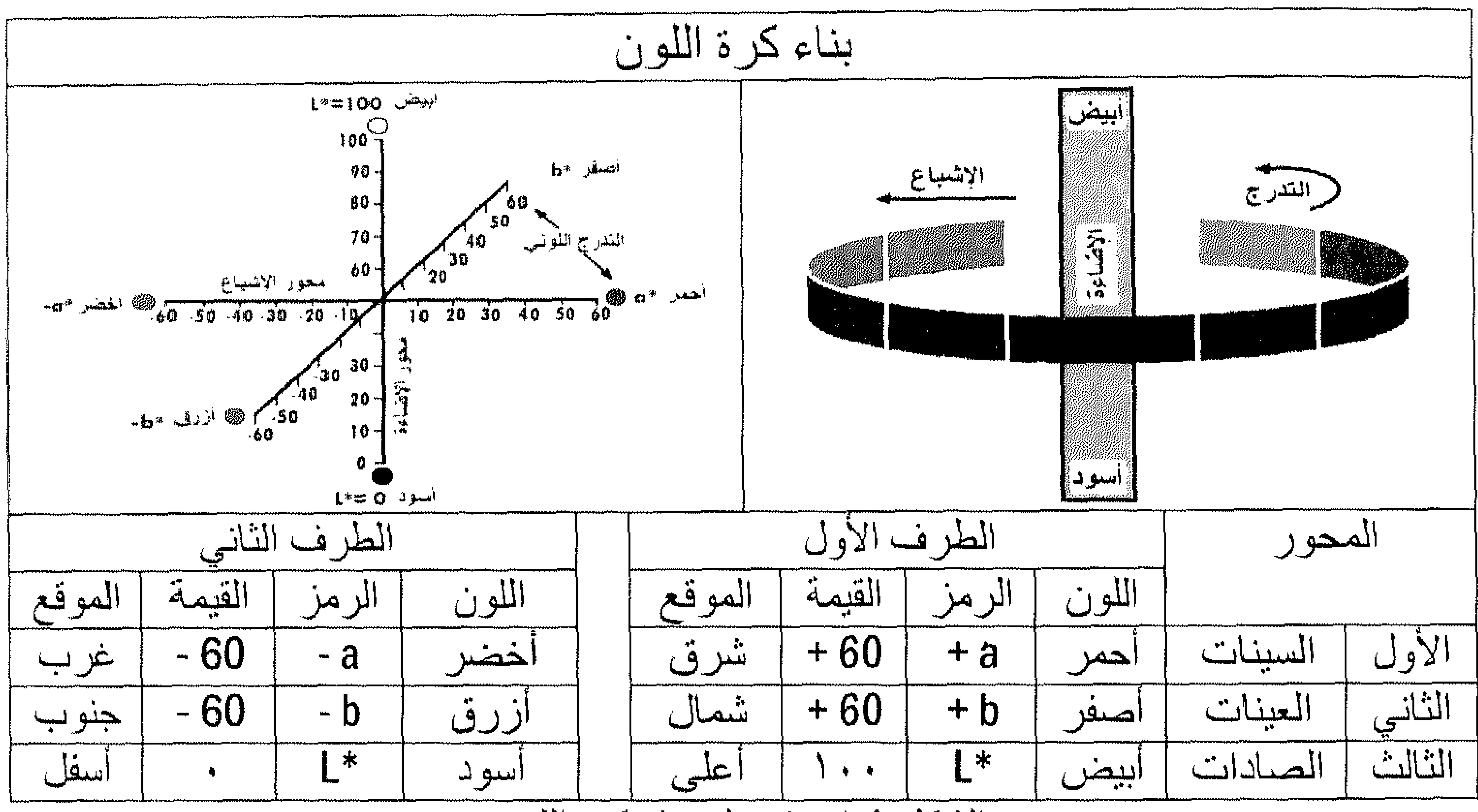
المصدر	الضوء	الحرارة اللونية
A	مصباح تنغستين	2854 كلفن
B	ضوء الشمس المباشر مع مرشح ضوئي	4870 كلفن
C	ضوء النهار العادي: مصباح تنغستين مع مرشح سائل	6770 كلفن

المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة

العلاقة بين الطاقة النسبية وطول الموجة

٧- بناء كرة اللون: تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل ٦٩:

بناء كرة اللون



المحور		الطرف الأول: اللون	الرمز	القيمة	الموقع	الطرف الثاني: اللون	الرمز	القيمة	الموقع
الأول	السينات	أحمر	+ a	+ 60	شرق	أخضر	- a	- 60	غرب
الثاني	العينات	أصفر	+ b	+ 60	شمال	أزرق	- b	- 60	جنوب
الثالث	الصادات	أبيض	L*	١٠٠	أعلى	أسود	L*	٠	أسفل

الشكل ٦٩ : تفصيل بناء كرة اللون

٨- الأنظمة اللونية الرياضية: قدمت اللجنة الدولية للإنارة عام ١٩٧٦ معياري لونين موحدين هما:

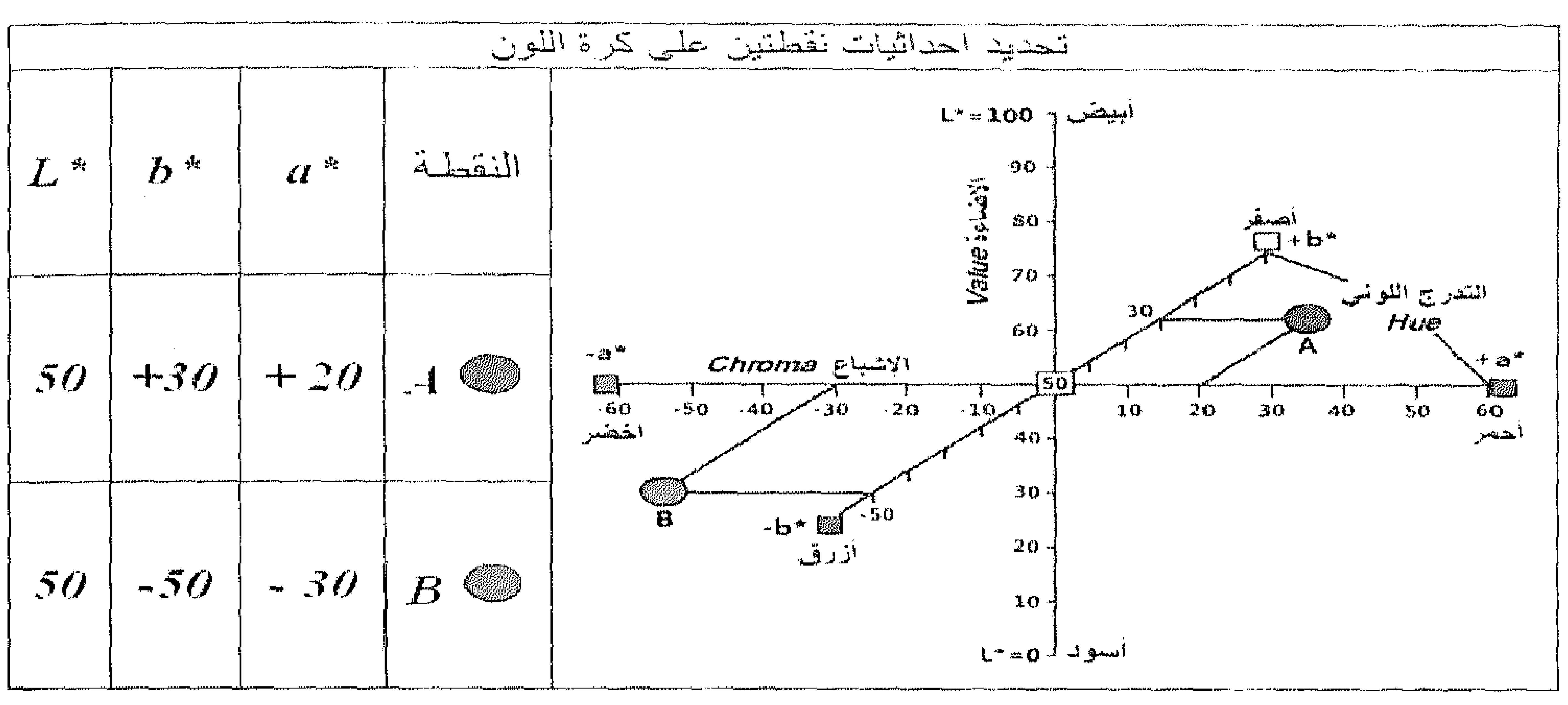
CIE: International Commission on Illumination

CIELAB: (L*a*b*) 1976

CIELUV: (L*u*v*) 1976

أي أنه وفي معيار CIELUV عن معيار CIELAB سيكون u^* بدلاً عن a^* لمحور أحمر/ أخضر، وسيكون v^* بدلاً عن b^* على محور أصفر/ أزرق.

ولو أننا أخذنا بنقطتين مثل A و B وحاولنا تحديد لونهما كأرقام كما في الشكل ٧٠ لوجدنا:

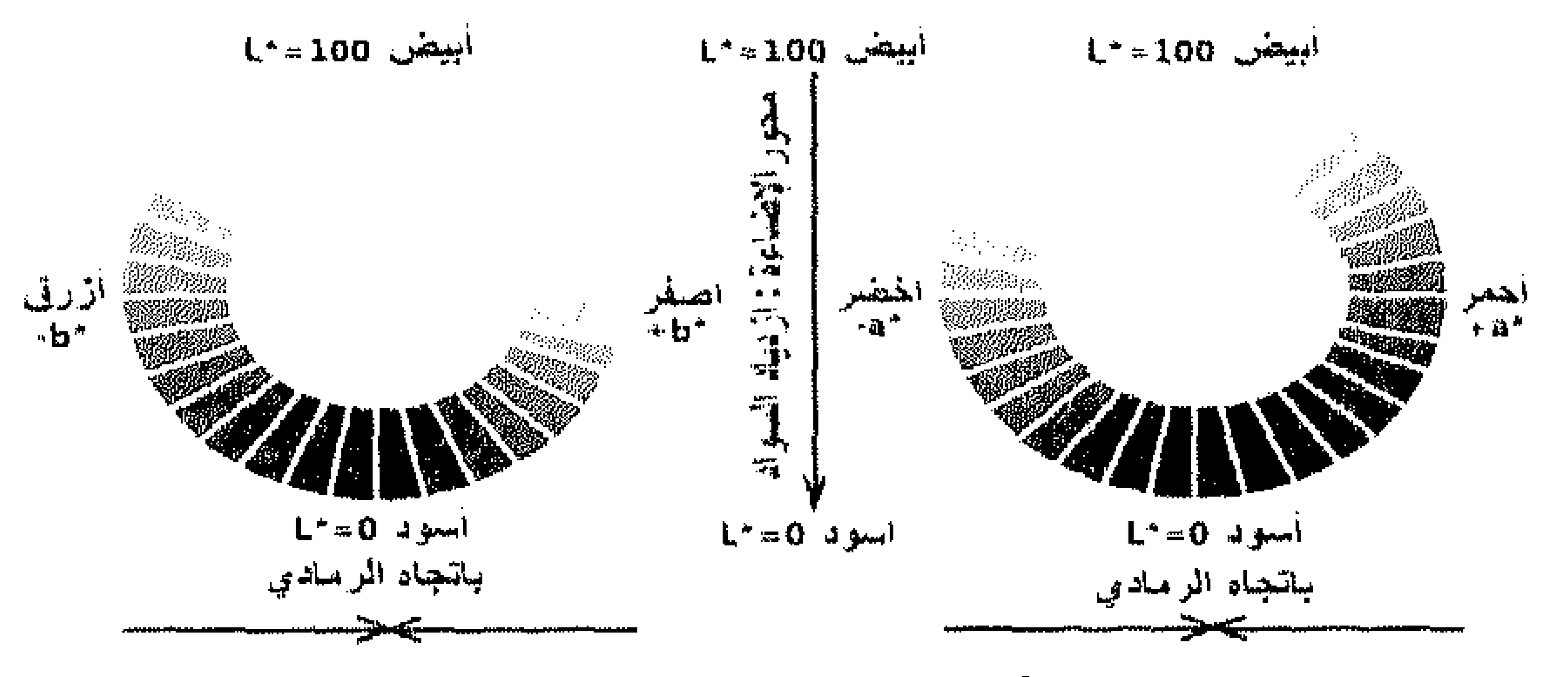


تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون

النقطة	a^*	b^*	L^*
A	+ 20	+30	50
B	- 30	-50	50

الشكل ٧٠: تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورةٍ شاقولية فسننتقل من اللون الفاتح حيث تكون $L^*=100$ إلى الغامق لننتهي إلى الأسود مع وصولنا إلى قيمة $L^*=0$ عند أسفل محور الإضاءة كما هو واضح في الشكل ٧١:



الشكل ٧١: تحرك الألوان بصورة عمودية على كرة اللون

٩- الفروقات اللونية Delta CIELAB & CIELUV: إن تقييم اللون في الحقيقة أكبر من أن نعبر عنه برقم أو وحدة قياس، لذا فإننا نعمل على تحديد الفروق بين لونين برصد قيم احداثيات اللونين موضوع المقارنة لتحيد الفروق بينهما عبر المقياسين:

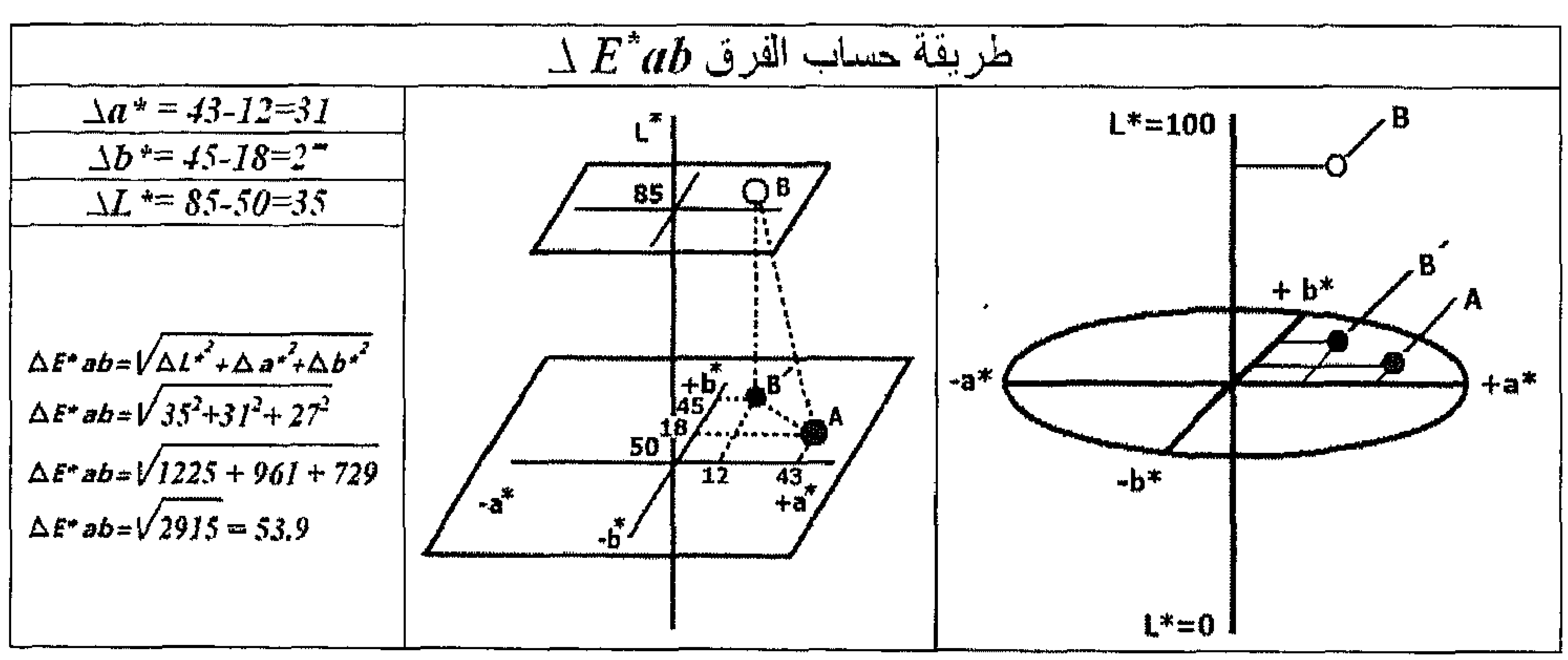
$L^*\Delta a^* \Delta b^*$ or $L^* \Delta u^* \Delta v^*$

إذ يشير الرمز لفرقٍ واحد، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـِ: $L^*\Delta a^*\Delta b^*$ ، ويمكننا تحديد قيمة ΔE^* من تحديد المسافة على مخطط CIELAB التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتحديد طول الوتر:

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^{*2}) + (\Delta a^{*2}) + (\Delta b^{*2})]^{1/2}$$

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^{*2}) + (\Delta u^{*2}) + (\Delta v^{*2})]^{1/2}$$

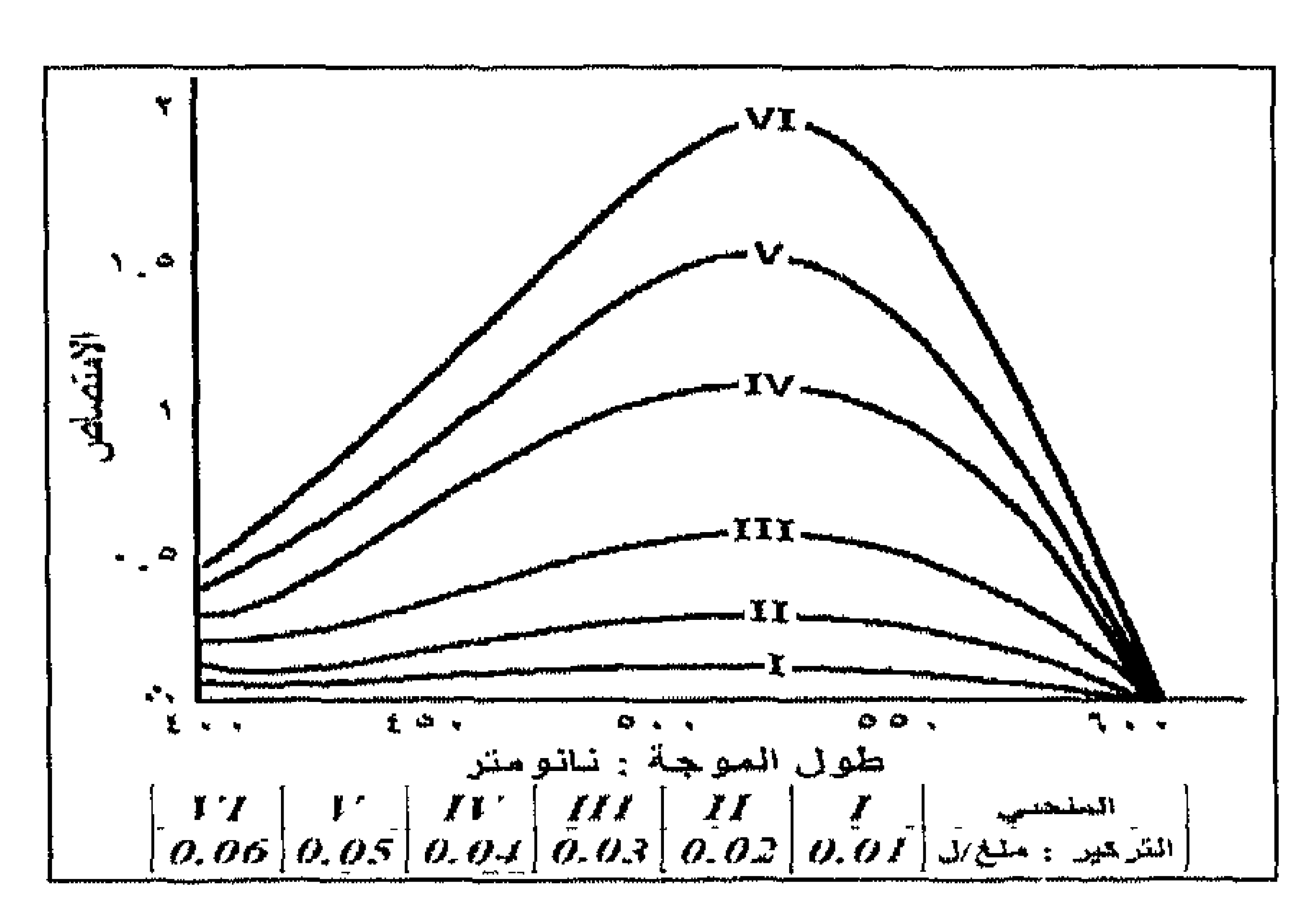
ولندرس وكمثالٍ عملي كيفية حساب الفرق بين لوني أحمر أحدهما A أغمق وأقل إضاءة من الثاني B بحسب تعابيرنا المتداولة ، إذ أن أغمق تعني هنا أنه أكثر إشباعاً وبالتالي أقرب إلى محيط دائرة اللون المحددة على المحورين ab ، أما أقل إضاءة فهذا يعني أن B يرتفع عن دائرة اللون هذه على محور الإضاءة باتجاه اللون الأبيض ما يعني أنه يتوجب علينا أن نجري عملية إسقاطٍ على الدائرة لتحديد قوة اللونين الأحمر والأصفر حسبما يبين لنا الشكل ٧٢:



الشكل ٧٢: طريقة حساب الفرق ΔE^*ab

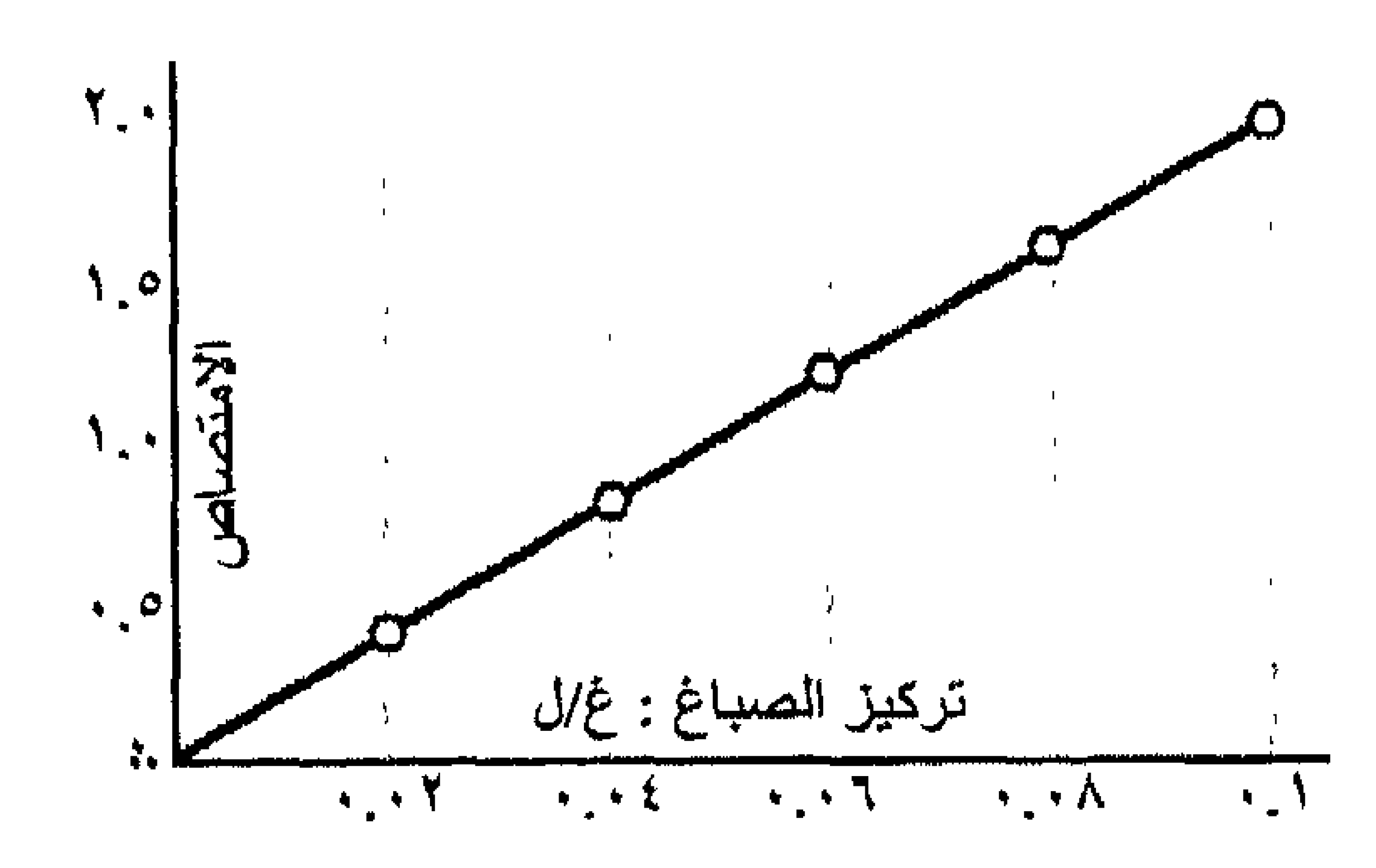
١٠ ـ تقنية ومبادىء القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر: تتم أولاً قراءة وترسيم منحنيات الامتصاص Absorbance الموافقة لمجموعات الأصبغة المراد اعتمادها في المصبغة بعد اختيار طول الموجة المراد اعتماده في جميع القراءات أي λ_{max} كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة

للصباغ الحمضي Acid Red 18 المبينة في الشكل ٧٣ والتي يتبين لنا من خلالها أن الامتصاص الأعظمي له يقع في منطقة الطيف ٤٩٠-٥١٠ نانومتر الخضراء المزرقة والذي إن لم نلتزم به حصلنا على نتائج ضعيفة الدقة :



الشكل ٧٣: منحنيات الامتصاص الضوئي للصباغ الحمضي الأحمر ١٨

ويمكننا من مجموعة القمم الناتجة عن مختلف هذه المنحنيات رسم منحني المعايرة الذي يبدو على الشكل ٧٤:



الشكل ٧٤: منحني المعايرة للصباغ الحمضي الأحمر ١٨

وتتم في حال معايرة اللون على المنسوجات قراءة منحنيات الانعكاس Reflectance بناءً على العلاقة بين مقدار ما ينعكس من الموجات الضوئية وتركيز الصباغ المحمول على النسيج كما في الشكل ٧٠ الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

لذا فإننا نعمد بادىء ذي بدء للأخذ بالصباغ المراد معايرته وتوثيقه

لصباغة مجموعة عينات مخبرية بتراكيز محددة ليصار لرسم منحنيات الانعكاس وترسيم منحني المعايرة كما هو الحال مع المحاليل، وتتلخص مهمة الحاسب الالكتروني بتحديد وحساب مقدار الانعكاس الضوئي رقماً وبيانياً لتحديد مجموعة المنحنيات الفردية للأصبغة وبمختلف تراكيزها التي يمكنه الوصول للون المطلوب من خلال جمعها مع بعضها البعض ما يعطينا التراكيز المطلوبة من الأصبغة اللازمة أو الداخلة في تركيب اللون المطلوب ، وتقوم العملية ككل وفق الترتيب التالي :

نهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بآلية المطياف الضوئي " السبكتروفوتومتر "	
صباغة : تطبيق ٤ أو تراكيز للأصبغة المعتمدة	١
قياس : قياس شدة وكنه لون تراكيز العينات المصبوغة	٢
توثيق : حساب وتخزين البيانات الناتجة K/S	٣
قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة	٤
اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة	٥
اختيار : اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل	٦
اختبار : تطبيق وصفة اللون مخبرياً	٧
قياس : قياس شدة وكنه لون العينة المخبرية	٨
مطابقة : المطابقة بين اللون الناتج مخبرياً مع عينة اللون المطلوبة لتصحيح الوصفة	٩
تطبيق الحمام الصباغي	١٠

البحث السابع

الصباغة وتلو ث المياه

١ - المقدمـة: مـا مـن شـك فـي أن جميـع مـن يعمـل بحقـل الصـناعة النسـيجية يدرك تماماً أنـه إن كـان الصـباغ قلـب العمليـة الصـباغية فـإن المـاء روحهـا، ولا يمكننـا بـأي حـالٍ مـن الأحـوال الاسـتغناء عـن المـاء كمقـوم أساسـي فـي الصـناعة النسيجية، بـدءاً مـن ري القطـن وسقايـة الخـروف المنـتج للصـوف أو لاصـطناع الخيـوط التركيبيـة حتـى صـباغتها وطباعتهـا وتحضـيرها بشـكلها النهائي كسلعةٍ قماشية نطرحها في الأسواق.

ولقد مـرت الصـناعة النسـيجية بـأطوارٍ عديدة، فكان جُـلُ مـا يتم صـناعته وصـباغتـه هـو الأنسـجة القطنيـة والصـوفية والحريريـة، ووفـق أسـاليب وتجهيزات تستنزف نسباً عاليةٍ جداً من المـاء قد تصل أحياناً لمـائتي ضـعف من وزن النسيج فيما بين تحضيرٍ أولي فصباغة فتجهيزٍ نهائي، ومع ذلك فـإن حجم الإنتاج الفعلي إذ ذاك لم يكن ليشكل خطـراً علـى البيئـة لـوفرةِ المخـزون المائي من جهة وضعف أرقام الإنتاج من جهة أخرى، ولكن آل الأمر اليوم لصورة سوداوية بتنامي أرقام الإنتاج وتراجع المخزون المـائي عـلاوة عن أسباب التلوث البيئي للصناعات الأخرى والمشـافي ووسـائط النقل ... وفوق هذا وذاك التلوث الإشعاعي الذي تسببه عشرات الأقمـار الصـناعية الفضـائية التي تخـدم التطـور الإعلامـي وعـالم الاتصـالات الخليويـة.

لقد انتبهت أوربة لما آلت إليه أرضها وأنهارها وبحيراتها وسمائها... فكـان الحـل الذي ارتـأتـه أن تتحـول بصـناعتها الملوثـة للبيئـة نحـو الشرق، ووضـع أنظمـةٍ خاصـة للمواصـفات وربـط دول العـالم الصـناعية الناشـئة بجملـة مـن الاتفاقيـات والقـوانين التـي تضـمن لهـا بقـاء السيطرة عليهـا والـتحكم بهـا، وضـمن هـذه الأطـر اتسـعت دائـرة الصـناعة النسـيجية فـي بلدنـا وتطـورت الأسـاليب الأوربيـة فـي طريقـة تعاملنـا معهـا تخوفـاً مـن تلـوث البحـر الأبـيض المتوسـط الـذي يعتبـر بصـورة أو بـأخرى بحيـرةً مغلقـةً تطـل عليهـا أوربـة،

فاضطرت الدولة لوضع القوانين الناظمة لطريقة تعاملنا مع البيئة، فبدأ العمل وفق قوانين تحدد:

١. مواصفات المياه العادمة .
٢. الأصبغة والمواد المساعدة الممنوعة .

ورافق ذلك إدخال آلات صباغة حديثة بنسب حمام منخفضة بما ييسر خفض نسب الاستهلاك المائية قدر الإمكان، إذ ترتبط معدلات الاستهلاك المائي بـ:

١. نوعية النسيج المراد صباغته.
٢. نوعية الصباغ المراد تطبيقه ومواصفات التجهيز النهائي المطلوبة.
٣. طراز آلات الصباغة والتجهيز.
٤. الوزن النوعي للنسيج المراد صباغته وبالتالي نسب الحمام.
٥. إمكانية جمع أنواع الأصبغة المراد تطبيقها على المنسوجات المحاكة من خيوط وألياف مختلفة في حمام واحد ، إضافة لعوامل أخرى أقل أهمية.

٢ـ **محتوى المياه العادمة الخارجة من المصابغ:** يتبع تركيب مياه الصرف الصناعية المواد الداخلة كل من: الكيماويات والمواد المساعدة، الأصبغة، ومواد الإنهاء:

٢-١- الحموض: حمض الخل، حمض النمل، حمض كلور الماء، حمض الفوسفور.

٢-٢- القلويات: ماءات وكربونات وبيكربونات الصوديوم، ماءات الأمونيوم، ثلاثي وثلاثي بولي فوسفات الصوديوم.

٢-٣- الأملاح: كبريتات وكلور وخلات الصوديوم، كبريتات الأمونيوم، وبعض الأملاح الممكن اعتمادها كموانح حموضة أو قلوية.

٢-٤- المواد المرجعة: هيدروسلفيت وكبريتيت وكبريت الصوديوم.

٢-٥- المواد المؤكسدة: الماء الأكسجيني، هيبوكلوريت الكالسيوم أو الصوديوم، كلوريت وبربورات الصوديوم.

٢-٦- مواد تحلية المياه: أملاح الفوسفات، ايتيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل EDTA، مشتقات: بولي الكربوكسيليك، بولي الأكريلات، بولي الفوسفونات، بعض مشتقات حمض أو مركبات الفوسفور العضوية.
٢-٧- العوامل الفعالة سطحياً: وتشمل الغواسل العضوية من مبللات ومنظفات ومزيلات بقع، وتتوزع بين مركبات شاردية سالبة أو موجبة ولا شاردية، ومذبذبة، ومن أهم الوظائف والمركبات الكيماوية في هذا السياق: ألكيل فوسفات، كبريتات الألكيل، ايتوكسيلات الأغوال الدسمة، استرات حمض الفوسفور، كبريتات ألكيل ايتر، كبريتات ألكيل أريل بولي غليكول ايتر، بعض مشتقات أميدات الحموض الدسمة، بعض الأغوال الدسمة، بعض أفراد مركبات الأمونيوم الرابعية، ثنائي أوكتيل سلفوسوكسينات الصوديوم، ومركبات أخرى أقل أهمية، وقد تدخل بعض المذيبات العضوية في تحضير بعض أنواع مزيلات البقع.
٢-٨- العوامل المبعثرة والمُسَوية: سلفونات النفتالين، بعض الحموض الكربوكسيلية، استرات عطرية، ايتوكسيلات حموض عضوية، سلفونات ألكيل أريل، سلفونات عطرية ، ألكيل أمين ايتوكسيلات، منتجات تكاثف حمض السلفونيك مع الفورم ألدهيد " السيتامول"، ايترات عطرية، مشتقات ايتوكسيلات أمين حمض دسم، بولي ڤينيل البيرليدون، بعض الاسترات العطرية لحموض فوسفورية وكربوكسيلية، بولي ايتوكسي ألكيل أمين، بولي الأمين.
٢-٩- الحوامل " الكارير": كلور البنزن، أورتو فينيل فينول، ألكيل نفتالين، مشتقات الفحوم الهيدروجينية المكلورة، الاسترات عالية الوزن الجزيئي، الاسترات العطرية، ويضاف لها عوامل استحلاب لكونها مركبات عضوية غير قابلة للانحلال بالماء.
٢-١٠- مضادات التكسير: فوسفات الألكيل، أميدات حموض دسمة، بعض استرات حمض الفوسفور، حموض أميدية، بولي أكريل أميد.
٢-١١- مانعات الرغوة: بولي سيلوكسان، بعض استرات الحموض

الدسـمة، كبريتـات ألكيـل ايتـر، بعـض الأغـوال الصـنعية، مـزائج فحـوم هيدروجينية أليفاتية.

٢-١٢- مزيلات النشاء: أنزيم الأميلاز.

٢-١٣- مثبتـات أصـبغة: حمـوض سـلفون عطريـة، ثنـائي ميتيلـول ثنـائي هيدروكسي ايتيلين يوريا، يوريا فورم ألدهيد، ميلامين فورم ألدهيد.

٢-١٤- مضـادات تكسـير وتجعـد: ثنـائي ميتيلـول ثنـائي هيدروكسـي ايتيلـين يوريا معدلة.

٢-١٥- مطريـات: منتجـات تكـاثف حمـوض دسـمة مـع شـموع، بـولي الايتيلـين، منتجـات تكـاثف ألكيـل أمـين، اسـترات حمـوض دسـمة، أميـدات، حموض دسمة، مركبات البولي سيلوكسان، مركبات سيليكونية.

٢-١٦- مضـادات الكهربـاء الساكنة: بـولي غليكـول ايتـر، ايتوكسيلات ألكيل أمين، فوسفات الألكيل، مركبات أمونيوم رابعية.

٢-١٧- المـواد الكارهـة للمـاء (وتربـروف): راتنجـات فلوروكربونيـة مـع منتجـات تكـاثف مركبـات عاليـة الـوزن الجزيئـي وشـموع، مجموعـة ثنائيـات سوسيانات، مركبات أمونيوم رابعية، أغوال أليفاتية.

٢-١٨- مواد تقسية وتقوية: بولي ڤينيل أسيتات، نشـاء، بـولي أوريتـان، بـولي ڤينيل الأغوال، كربوكسي ميتيل سيليلوز.

٢-١٩- مـواد تلبيس: بـولي أسترات أليفاتية مع بولي أوريتـان، بـولي ميـرات مشتركة من البوتـاديين واكريلونتريل، بـولي ميـرات مشـتركة مـن البوتـاديين والستيرين.

٣- الأصبغة: تتنوع تراكيب الأصبغة تنوعـا كبيـراً وتصـنف بحسـب مـا سـبق ومر معنا وفق المبدأين: الكيمـاوي والتطبيقـي، وقـد مرّ معنـا فـي الجـدول ٣٦ البنى الكيماوية الممنوعة المسببة لمنع الأصبغة.

وهكذا نجد أنفسنا أمام مجموعة ضخمة من الكيماويات علينا الفصل بينها وبين المـاء أولاً، ومعرفة كيفية التخلص منها كنفايات دون أو بأقل أذى بيئي ممكن ما يضعنا أمام السؤال المهم: كيف نبدأ وكيف نعمل؟ لذا فإننا سنعرض

هنـا للمبادئ الأساسية في معالجة التلوث.

٤ـ مفـاهيم ومصـطلحات عامـة لدراسـة التلـوث المـائي: اعتُمِـدَت لدراسـة التلوث المـائي مجموعة رقمية تمكننا من تقدير درجات التلوث:

٤ـ١ـ الطـلب الكيمـاوي للأكسـجين C.O.D: وهـو وزن الأكسـجين الذائب اللازم لتفاعلات الأكسدة الكيماوية التي تؤدي للتنقيـة، ويقـاس عـادة بتهضيم " تخمير" ليتر واحـد من العينـة بوسط من حمض الكبريت الكثيف وزيـادة من ثـاني كرومات البوتاسيوم ومـادة وسيطة بحيث تتأكسد جميع العضويات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، وجميع مركبـات الآزوت إلـى نشـادر ليصـار فيمـا بعـد إلـى تحديد كميـة البيكرومـات المرجعـة وبالتـالي كميــة الأكسجين اللازمة للتفكك مقدرة بوحدات ملغ/ل = ج.م.م أي p.p.m.

٤ـ٢ـ الطلـب البيولـوجي أو الكيمـاوي الحيـوي للأكسـجين B.O.D: وهـو كمية الأكسجين اللازمـة للبكتريا من أجـل معدنـة المواد العضوية في ليتر واحـد من المـاء الملـوث، وقد اتفق علـى إجراء هذا الاختبـار بدرجـة حـرارة ٢٠°م ولمدة خمسـة أيام فـي الظـلام، وبالتـالي فإنـه قد أصـبح يرمز لهـا وفق شروطها النظامية على الشكل:

$(BOD)_5^{20}$: الطلب البيولوجي أو الحيوي للأكسجين في خمسة أيام بدرجة حرارة ٢٠°م

٤ـ٣ـ المـواد الصـلبة المعلقـة **T.S.S**: وهـي عـدد ميليغرامـات المـواد الصـلبة المعلقة غير المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث.

٤ـ٤ـ المواد الصلبة المنحلـة **T.D.S**: وهـي عـدد ميليغرامـات المـواد الصـلبة المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة.

٤ـ٥ـ المـواد الصـلبة الكليـة **T.S**: وهــي مجمـوع المـواد الصــلبة المعلقـة والمنحلة.

ونـرى فـي الجـدول ١٣٢ محضـراً رسـمياً لتحليـل عينـة مـاء ملـوث مـن مصبغة متخصصة بالاكريليك من مخبر كلية الهندسة بجامعـة حلب.

الجدول ١٣٢

تحليل عينة ماء عادم ملوث مخبر كلية الهندسة بجامعة حلب من مصبغة متخصصة بالاكريليك			
م	المواصفة	التركيز : ملغ/ل	الحد المسموح : ملغ/ل
١	المواد الصلبة الكلية TS	٨٦٦	-
٢	المواد الصلبة المعلقة TSS	٩٨	٥٠٠
٣	المواد الصلبة المنحلة TDS	٧٦٨	٢٠٠٠
٤	طلب الأكسجين الكيماوي COD	١٢١٠	١٦٠٠
٥	طلب الأكسجين الحيوي BOD	٥٢٠	٨٠٠
٦	الناقلية الكهربائية	٩٢٠	-
٧	الكروم الكلي	٠.١٢	٢
٨	الزيوت والشحوم	٢	١٠٠
٩	التركيز الهيدروجيني	٤.٣	pH:6.5-9.5
١٠	الكلور	٨٨	600
١١	الصوديوم	٦٨	-
١٢	النتريت	٤٠٧	-
١٣	القلوية " البيكربونات "	٢١٥	-
١٤	الألمنيوم	٠.٠١	١٠٠
١٥	الأمونيوم	٨	١٠٠٠
١٦	الكبريتات	٦٥.٨	-
١٧	النترات	٤٠	٢٠
١٨	الفوسفات	١.٣٦	-
١٩	الحديد	٠.٠٠١	١٠
٢٠	الرواسب بعد ٣٠ دقيقة	١	-
٢١	المواد الصلبة المتطايرة	٢.١٧	-
٢٢	المواد الصلبة المعدنية	٦٤٩	-

٥ـ قابلية التحلل الحيوي للمركبات العضوية: تتم عمليات التحلل الحيوي عادة بالاعتماد على البكتريا الموجودة في التربة أو ما نسميه بالوحل الحيوي، وتجري عادة على مرحلتين اثنتين:

ا – مرحلة الامتزاز السريع على الوحل الحيوي " الحمأة ".

ب – مرحلة الأكسدة البطيئة والتي يتم فيها تحول المركبات العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء في وسط هوائي.

وتتأثر هاتان المرحلتان بعواملٍ كثيرة من أهمها:

أ- أعداد البكتريا وأنواعها والمحمولة على الوحل الحيوي.

ب- كمية الأكسجين المنحلة في الوحل أو السائل الملوث.
ج- درجة الحرارة.
د- نوعية مياه الصرف ومحتواها من العناصر المثبطة للفعل البكتيري، إذ:
- تتناقص فعالية البكتريا بشكل كبير عند احتواء مياه الصرف على شوارد النحاس أو الكروم أو الكادميوم بنسبة ٠.١ ملغ / ل أي ٠.١ ج.م.م.
- يتوقف عمل البكتريا نهائياً عند احتواء مياه الصرف على شوارد الكبريت بنسبة ٢٥ ملغ/ ل أي ٢٥ ج.م.م.
ونجد من المركبات السامة للبكتريا مركبات السيانور والمركبات الحلقية الهيدروكسيلية وبعض المضادات الحيوية.

وتتفاوت سرع التحلل الحيوي لبعض المركبات العضوية عن بعضها البعض كما يبين الجدول ١٣٣:

الجدول ١٣٣

<table dir="rtl">
<tr><th colspan="3">قابلية بعض المركبات الكيماوية للتحلل الحيوي</th></tr>
<tr><th colspan="2">المركبات العضوية</th><th>قابلية التحلل الحيوي</th></tr>
<tr><td colspan="2">الفحوم الهيدروجينية المشبعة " الالكانات "</td><td>غير قابلة، وتسمم عملية التحلل أحياناً</td></tr>
<tr><td colspan="2">الفحوم الهيدروجينية الأوليفينية " الالكنات "</td><td>تتحلل بصعوبة</td></tr>
<tr><td colspan="2">الفحوم الهيدروجينية المكلورة</td><td>غير قابلة للتحلل</td></tr>
<tr><td colspan="2">الأغوال</td><td>يتحلل معظمها بشكلٍ جيد</td></tr>
<tr><td colspan="2">الفينولات</td><td>تتحلل بشكلٍ جيد عدا الفينول البطيء التحلل</td></tr>
<tr><td colspan="2">الألدهيدات</td><td>يتحلل معظمها بشكلٍ جيد</td></tr>
<tr><td colspan="2">الحموض العضوية وأملاحها</td><td>جيدة التحلل</td></tr>
<tr><td colspan="2">الايتيرات</td><td>غير قابلة أو بطيئة التحلل</td></tr>
<tr><td colspan="2">السيتونات</td><td>تتحلل بسرعة متوسطة</td></tr>
<tr><td colspan="2">الحموض الأمينية</td><td>جيدة التحلل</td></tr>
<tr><td colspan="2">مركبات السيانور</td><td>تتحلل ببكتريا خاصة ولتراكيز دون ٥٠ ملغ/ل</td></tr>
<tr><td rowspan="3">المنظفات</td><td>كبريتات الألكيل</td><td>سهلة التحلل</td></tr>
<tr><td>سلفونات الألكيل</td><td>تتحلل بسرعة بوجود بكتريا مناسبة</td></tr>
<tr><td>الأغوال والحموض الدسمة</td><td>سريعة التحلل</td></tr>
</table>

فبعض المركبات العضوية لا تبدأ بالتحلل مباشرة، إذ لا بد من مرور بعض الوقت عليها في الشروط المناسبة كي تبدأ البكتريا الخاصة بها بالتوالد

والتكاثر، ويمكننا استقراء هذه الملاحظة من الجدول ١٣٤ الذي يبين قيمة " B.O.D " لبعض المركبات العضوية بدلالة زمن تلامسها مع البكتريا مقدرة باليوم وعند حرارة ٥٥م، والذي يبين أن قيمة " B.O.D " لأحادي ايتانول أمين لم تعانِ من أي انخفاض خلال الخمسة أيام الأولى لتزيد عن الـ: ٥٠ % في الأيام الخمسة التالية ما يدل على أن ظهور البكتريا الخاصة بها يستغرق أكثر من خمسة أيام، بينما نجد أن ثلاثي إيتيل أمين ظل بطيء التحلل بحيث أنه لم يتحلل منه سوى ٦ % خلال عشرين يوما.

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن التركيز العالي للأملاح في مياه الصرف يؤثر سلباً على العمليات الحيوية وبخاصة على عمليات النترجة، كما أن تحولات قيم الحموضة تؤثر تأثيراً كبيراً أيضا إذ يُفضل أن يكون الوسط قلوياً برغم قدرة بعضها على التلاؤم في الوسط الضعيف الحموضة.

الجدول ١٣٤

قيم $(B.O.D)_2^{20}$ لبعض المركبات الكيماوية					
المركب	٥	١٠	١٥	٢٠	٥٠ يوم
أحادي ايتانول أمين	٠	٥٨.٤	٦١.٢	٦٤	٧٥.٦
ثنائي ايتانول أمين	٠.٩	١.٤	٣.٢	٦.٨	-
ثلاثي ايتانول أمين	٠	٠.٨	٢.٦	٦.٢	-
أسيتون	٥٥.٤	٧١.٨	٧٨.٢	٧٨.٢	-
ميتيل إيزو بروبيل سيتون	٤.٤	٤٩.٣	٥٥.٩	٥٦.٦	٦٤.٨
أسيتات إيزو بروبيل	١٢.٧	٤٠	٤٠	٤٠	-
بوتانول – ٢	٠	٤٤.٢	٦٩.٢	٧٢.٣	٧٧.٩

٦ـ **مبدأ معالجة مياه الصرف الصناعية:** تتم معالجة مياه الصرف الصناعية عبر مراحل أساسية ثلاث: التصفية، الترسيب بالمكتلات، المعالجة الكيماوية الحيوية.

٦-١- التصفية: وتتم بهدف فصل الرواسب الصلبة وبعض النفايات على شبكٍ معدني بأقطار فتحات متباينة.

٦-٢- الترسيب بالمكتلات: تؤخذ المياه بعد التصفية إلى حوض الترقيد حيث يتم تجميعها ليصار إلى قياس درجة حموضتها وتعديلها بما يلائم نوعية

العامل المُكَتِل الواجبة إضافته، فقد وجد أن أفضل درجة حموضة عند استخدامنا لأملاح الألمنيوم مثل كبريتات الألمنيوم المائية $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ هي $pH:5.5–7$ إذ تتحول إلى هيدروكسيد الألمنيوم الذي يرفع سرعة الترسب بإزالته للقوى الدافعة المتمركزة على سطح الدقائق الغروية المعلقة في الوسط المائي، ومن ثم تجميع هذه الدقائق إلى بعضها البعض نتيجة الحركة البروانية في السائل لتصبح دقائق ذات أبعاد ١٠. ميكرون لا تلبث أن تنمو شيئا فشيئا حتى تصبح قادرةً على الرسوب السريع إلى قاع الحوض، ويتم الاعتماد عادةً على الكلس الحي في تعديل درجات الحموضة المنخفضة لترتفع حتى $pH: 5.5-7$، ويمكننا الاستعاضة عن كبريتات الألمنيوم المائية بألومينات الصوديوم $NaAlO_3$.

أما عند استخدامنا لأملاح الحديد فيكون مجال درجة حموضة العمل عند $pH: 5-10$ ، لنحصل على متكتلات أثقل من متكتلات الألمنيوم ما يجعل سرعة ترسبها أعلى، ويكمن عيبها بإعطائها كمياتٍ رواسبَ كبيرة يصعب علينا التخلص منها بسهولة، ومن أهم أملاح الحديد المستخدمة لهذه الغاية نجد: كلور الحديد $FeCl_3$، كبريتات الحديدي $FeSO_4$ ، كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$.

وظهرت حالياً مكتلات عضوية ذات فعاليات عالية مثل مشتقات الحموض البولي كربوكسيلية السالبة الشحنة، والتي تتميز بمجالٍ واسعٍ من الحموضة $pH: 6 – 1$ ، ويعيبها أنها لا تستخدم إلا مع المياه ذات الملوثات السالبة الشحنة أو اللاشاردية.

أما للملوثات السالبة المنحلة مثل الأصبغة الفعالة فنجد الأمينات المتكاثفة الشاردية الموجبة، والتي يمكنها تزغيب الأصبغة السالبة بحيث تبدأ بالترسب بعد ساعة أو ساعتين، وتتميز بإمكانية مزجها مع المكتلات العضوية واللاعضوية.

ولأحواض الترقيد أشكالها ومواصفاتها المختلفة، ولكن الشرط المهم في اختيارها هو زمن البقاء في الحوض بما يضمن فترة زمنية كافية لترسيب

المتكتلات الناتجة وخروج المياه بدرجة النقاوة المطلوبة، وتصل سرعة الترقيد حتى ٢ م[٣] / ساعة في حال استخدام الأملاح المعدنية كمكتلات، وتعطي عمليات الترقيد مردوداً يتراوح بين ٣٥ – ٧٠ % من قيمة C.O.D و ١٠-٣٠% من قيمة $(B.O.D)_5$، ومع ذلك فإنها تطبق وبانتشار واسع على مياه الصرف الصناعية في الصناعة النسيجية وغيرها على الرغم من انخفاض مردودها عموماً لاحتواء هذه المياه على مواد سامة للبكتريا ولا يمكننا التخلص منها إلا بالترقيد، ويُعَدُ حصولنا على كميات رواسب كبيرة وعديمة الفائدة واحدةً من أهم مساوئ هذه الطريقة ما يضطرنا لاستخدام المرشحات الضاغطة في تجفيف كتل الرواسب ليصار إلى طرحها فيما بعد في أماكن خاصة بالمخلفات الصناعية الصلبة.

٦-٣- المعالجة الكيماوية الحيوية: بعد الانتهاء من عمليات التصفية والترقيد نبدأ بتطبيق المعالجة الكيماوية الحيوية بأحواضٍ تحوي مزارع بكتريا محمولة على الوحل المنشط بالهواء أو على سطوح مسامية خفيفة يمكنها احتواء مثل هذه المزارع.

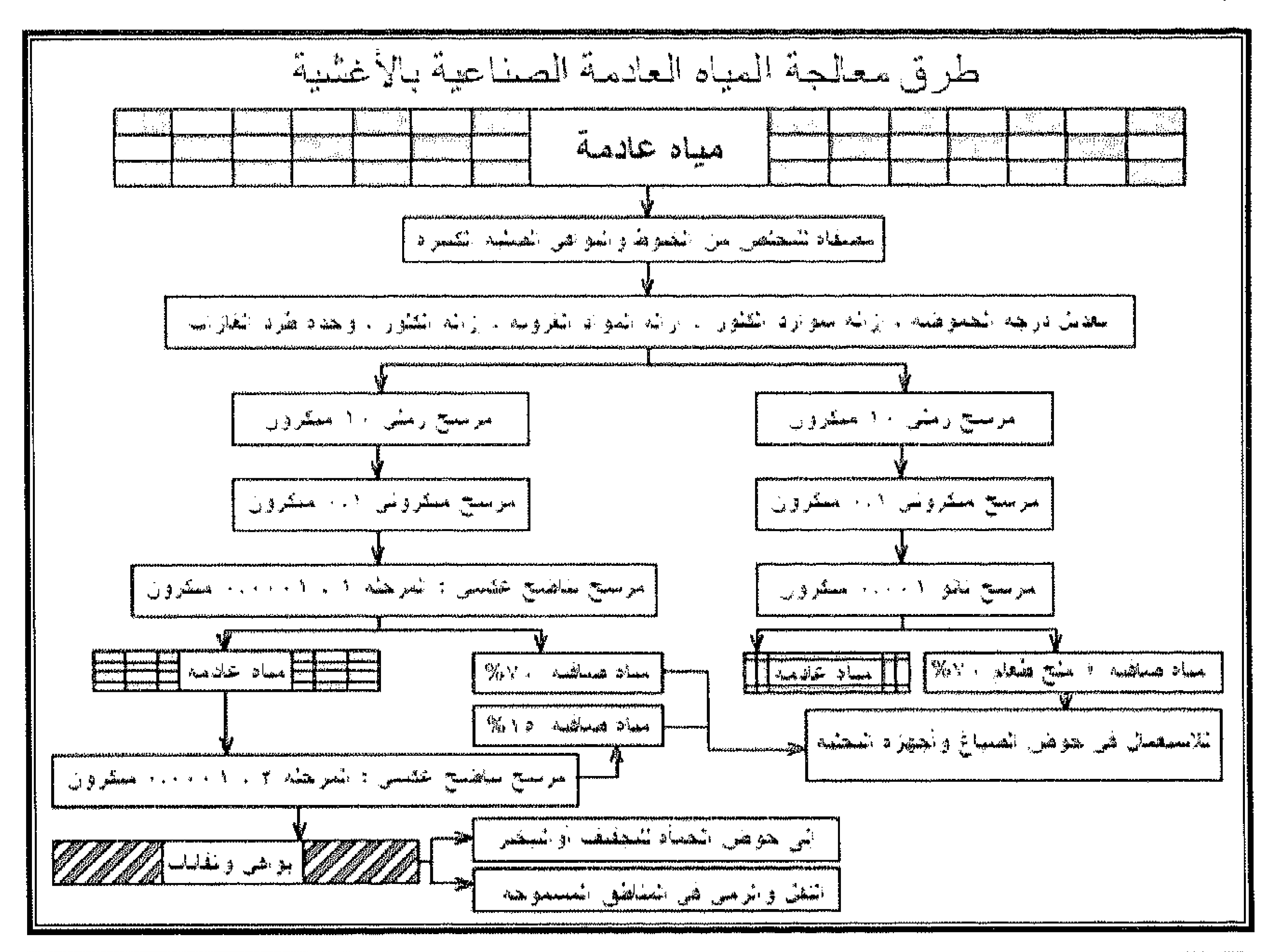
وغالبا ما تتم المعالجة في أبراج يرذ فيها الماء الملوث من أعلى ويضخ فيها الهواء الجوي من الأسفل مع فتحات جدارية زجاجية تسمح لضوء الشمس بالدخول إلى البرج، وقد تتجاوز قيمة $(B.O.D)_5$ هنا نسبة ٨٠ % بحسب:

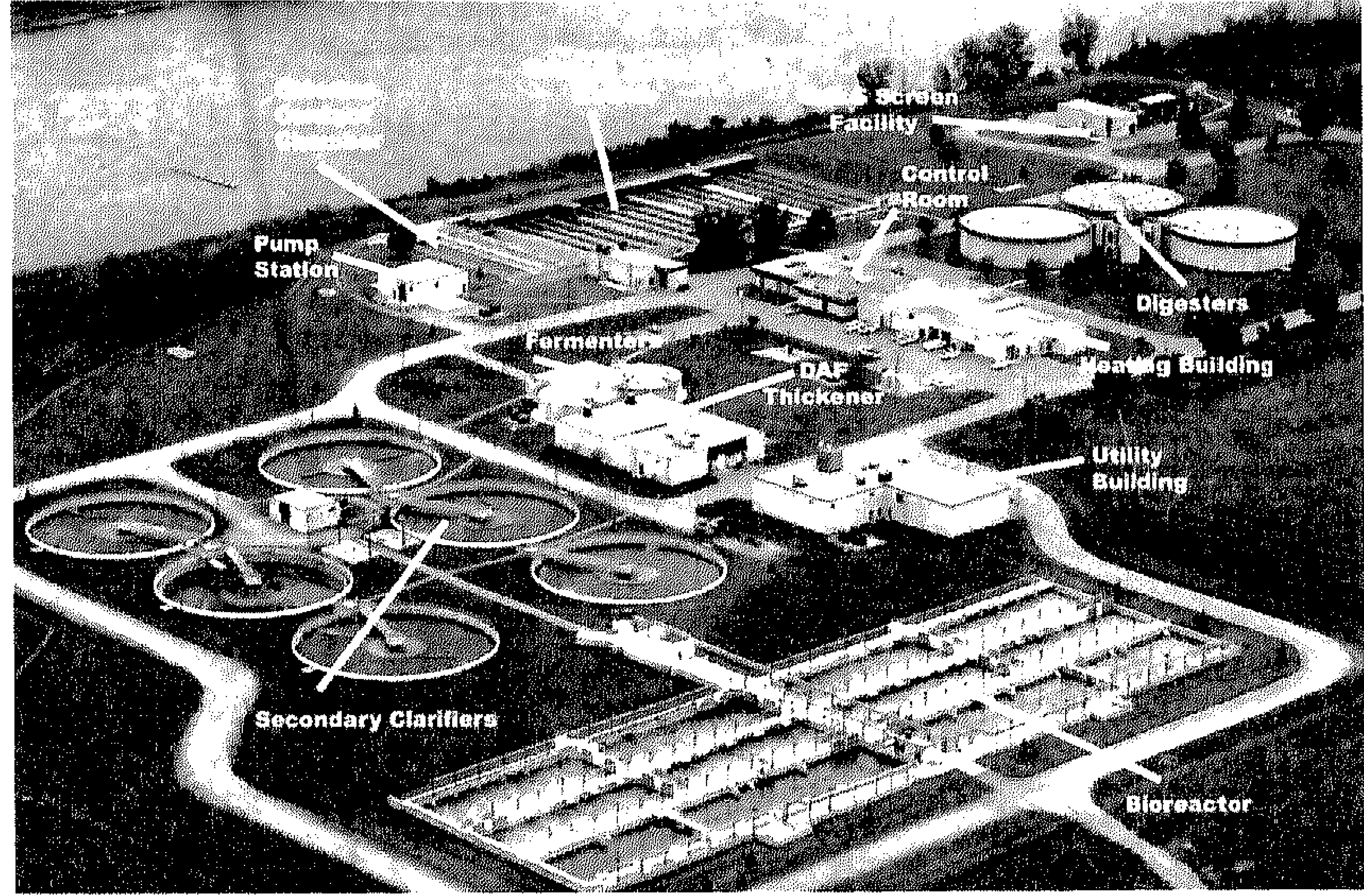
- زمن البقاء أو سرعة المرور.
- كمية ونوع البكتريا.
- كمية الضوء الداخلة إلى برج المعالجة أو حوض الترسيب ودرجة الحرارة.
- غزارة الهواء الجوي الداخل للبرج.
- نوعية وطبيعة الملوثات الداخلة مع الماء.

وهذا ما يستوجب المراقبة المستمرة للشروط التي يعمل فيها البرج.

ويبقى مردود إزالة الألوان ضعيفا لضعف التحلل الحيوي للمواد الملونة

عموماً، ولكي نضمن مياه صافية غير ملونة لا بد لنا من اللجوء لوحدات المعالجة بظاهرة الحلول عبر أغشية خاصة ترفع من التكاليف بشكل كبير نسبياً، ونرى في الشكل ٧٥ تصميماً لمحطة معالجة مياه صناعية عادمة متكاملة:





الشكل ٧٥: محطة معالجة مياه عادمة صناعية

البحث الثامن

آلات الصباغة

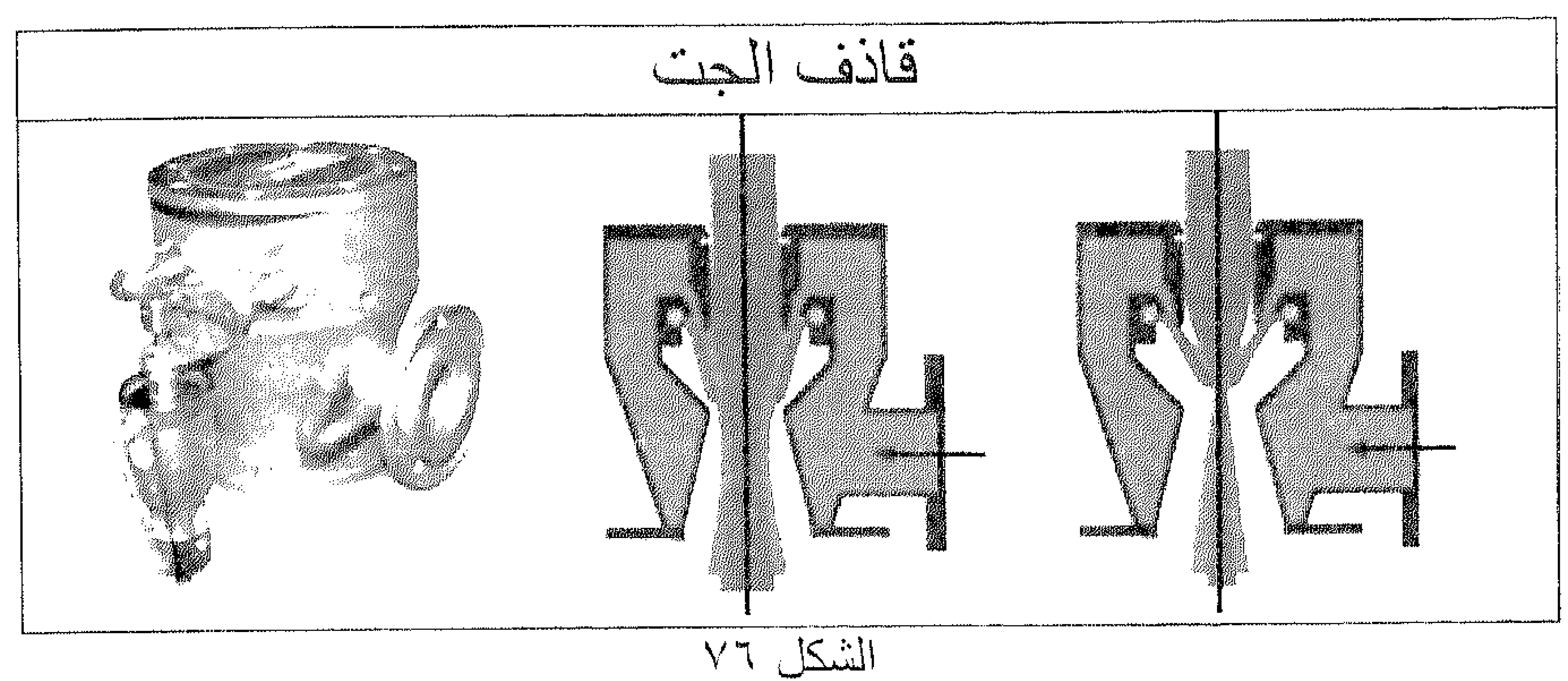
١ـ آلات الصباغة: تتوزع آلات التحضير والصباغة والتجهيز النهائي بين أنماطٍ متعددة، ويلخص الجدول ١٣٥ معظم الآلات المعتمدة في العمليات الصباغية والتي نجد أن قسماً منها يمكننا استخدامه كآلة تنظيف ومن ثم آلة صباغة:

الجدول ١٣٥: آلات الصباغة

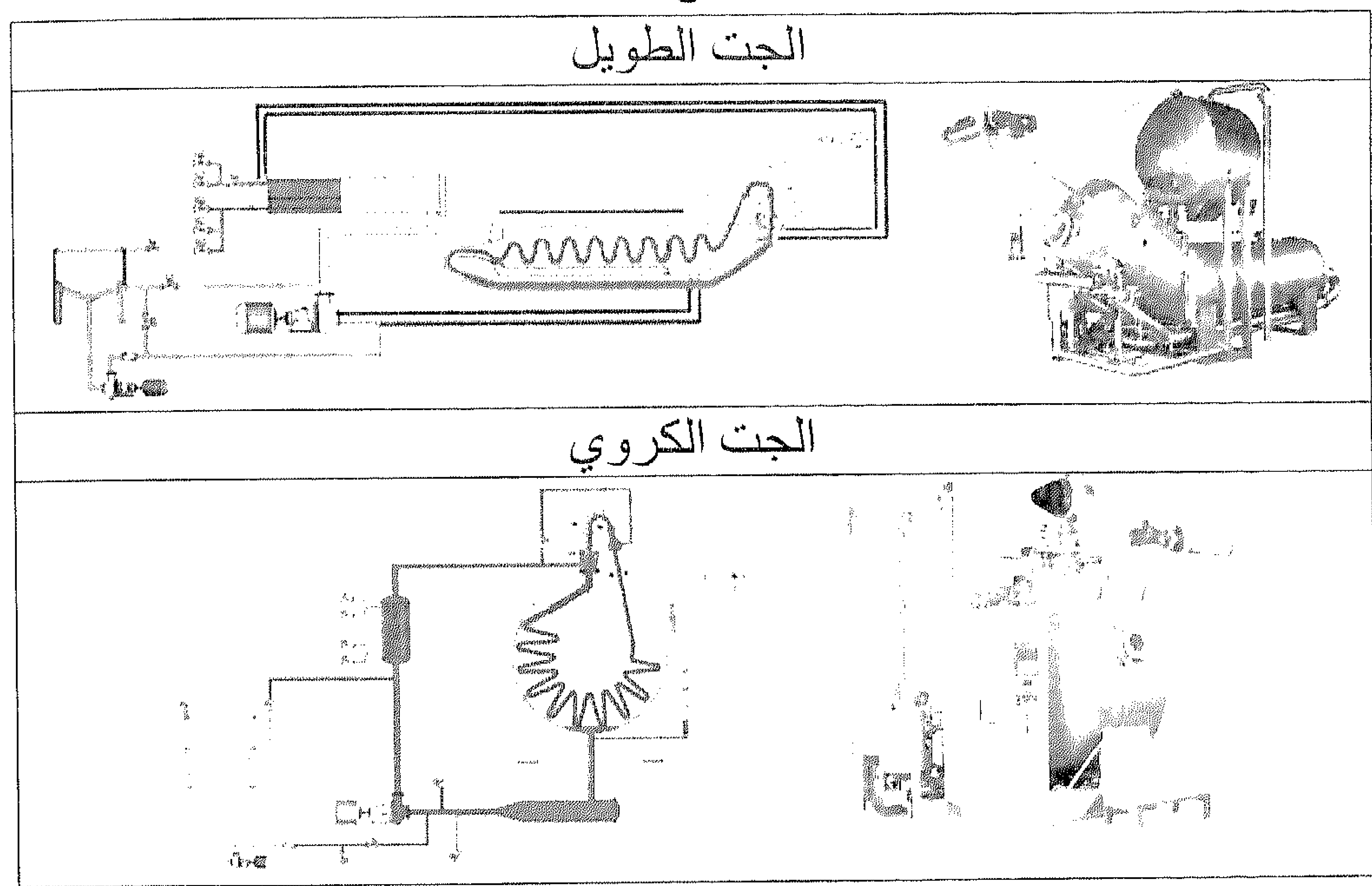
<table dir="rtl">
<tr><td colspan="5">آلات الصباغة</td></tr>
<tr><td colspan="2">آلات طريقة الاستنزاف</td><td>نصف المستمرة</td><td colspan="2">المستمرة</td></tr>
<tr><td rowspan="6">قماش</td><td>جت طويل</td><td rowspan="6">صباغة قماش</td><td rowspan="2">الصباغة بطريقة السير المتحرك</td><td>اسطوانية</td></tr>
<tr><td>جت مدور</td><td>شبكية</td></tr>
<tr><td>أوفر فلو</td><td colspan="2">صباغة القماش العريض بطريقة الاسطوانات المزدوجة</td></tr>
<tr><td>ونش</td><td>صباغة الثوب بطريقة الحجز</td><td rowspan="2">J-box</td></tr>
<tr><td>جيكر</td><td>آلة الونش المستمرة</td></tr>
<tr><td>بيم " هاتيه "</td><td colspan="2">طريقة التبخير : قماش عريض</td></tr>
<tr><td rowspan="3">غزول</td><td>شلة بمبدأ تدوير السائل</td><td rowspan="3">صباغة غزول ملفوفة</td><td colspan="2">طريقة الترموزول " التثبيت الحراري "</td></tr>
<tr><td>شلة بمبدأ رذ السائل</td><td colspan="2" rowspan="2">طريقة النفتول للقماش العريض</td></tr>
<tr><td>كون</td></tr>
</table>

١ـ١ـ الجت: تتميز آلة الجت باحتوائها قاذفاً على الشكل ٧٦ يرفع من ضغط السائل الصباغي الوارد من جسم الآلة ما يمنع من التفاف حواشي القماش، كما يساعد على تخلخل السائل بين ثنايا البضاعة، ونجد منه نموذجين اثنين: طويل وكروي، وفي حين أن النموذج الكروي يختصر من نسبة الحمام ما يعني وفراً كبيراً بالماء والبخار أو الطاقة فإننا نجد أن النموذج الطويل يساعد على تجنب ظاهرة تكسير القماش أو الصباغ لعدم توضع القماش فوق بعضه البعض، وبالرغم من أن أكثره يتم إنتاجه على أساس احتمال شروط الحرارة والضغط العاليين " ١٣٠°م/٣ بار" فإننا نجد أحياناً أن تصنيعه يتم على أساس الضغط الجوي العادي ولدرجة حرارة الغليان " أي بحدود ١٠٠ °م"،

ونرى في الشكل ٧٧ نموذجي آلة الجت.



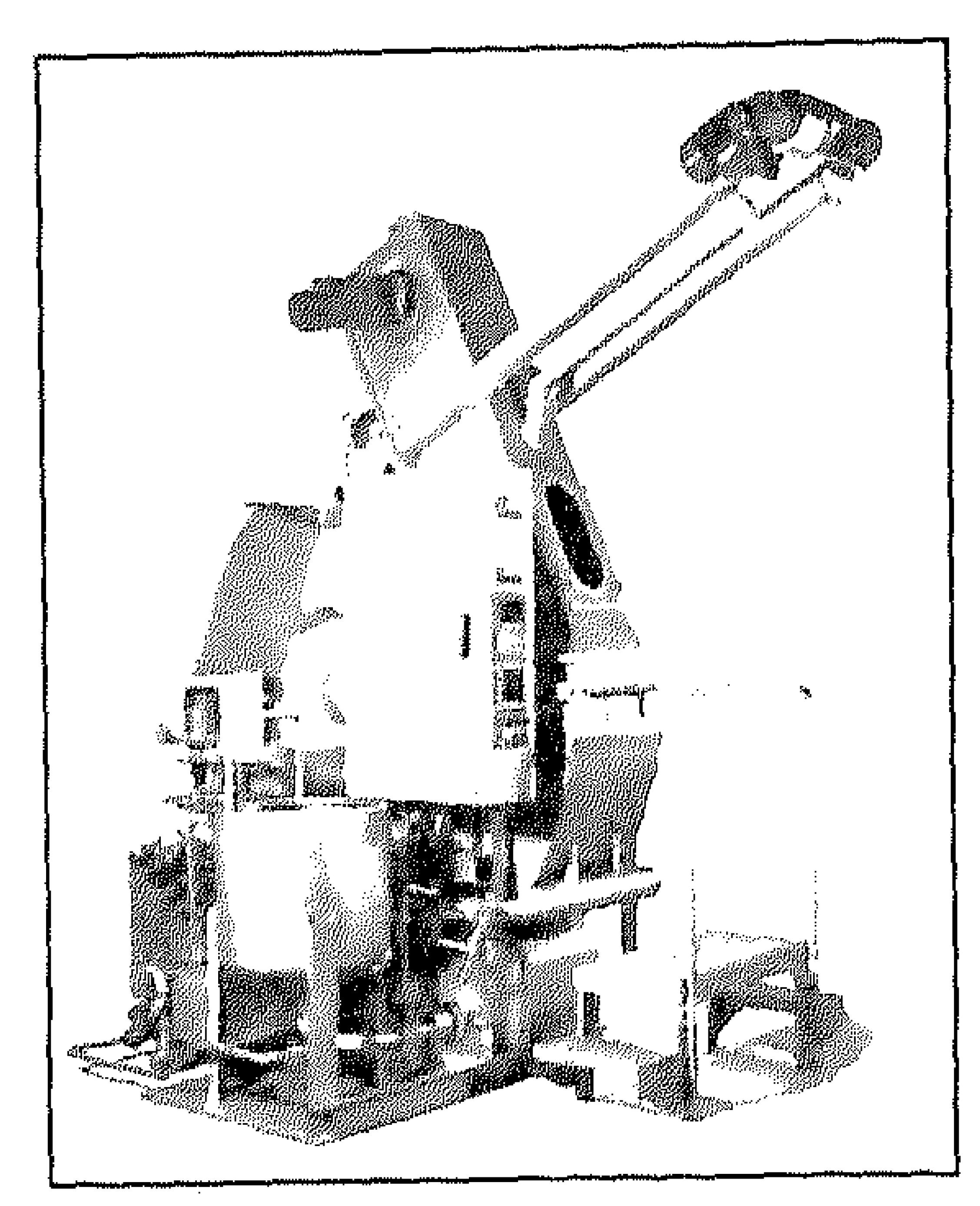
الشكل ٧٦



الشكل ٧٧: نموذجا الجت الطويل والكروي

١-٢- <u>الأوفرفلو:</u> يشابه الجت كثيراً " الشكل ٧٨ " ويتميز عنه بعدم وجود القاذف بما يهيء فرصة التدفق الحر للسائل وبالتالي الفرصة الأكبر لعدم حدوث ظاهرة التكسير ولكنه لا يمنع من التفاف الحواشي.

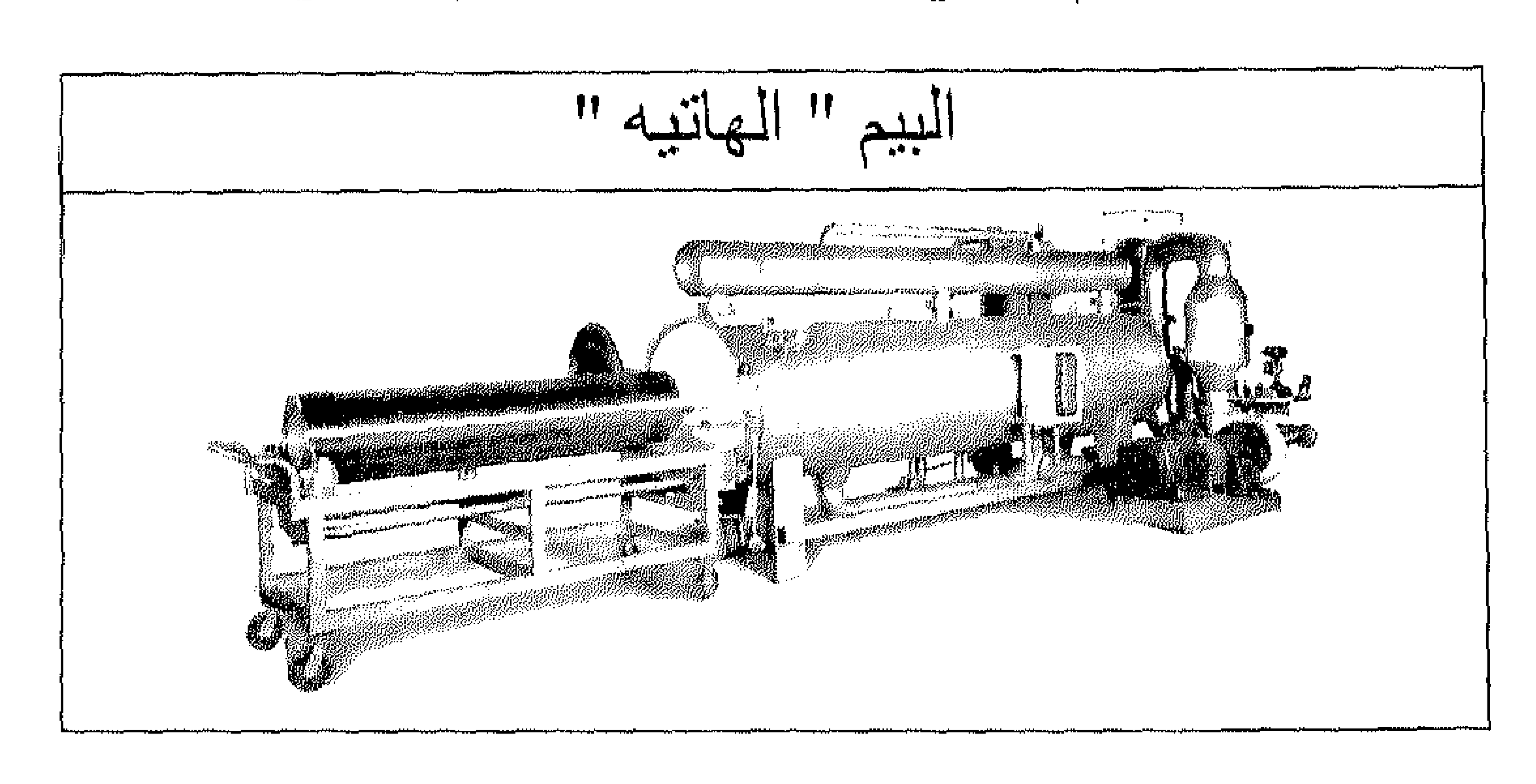
وغالباً ما يتم إنتاجه لشروط الضغط العادي وحين يهيء للحرارة والضغط العاليين يُسَمى بحسب المصطلحات التجارية " سوفت فلو".

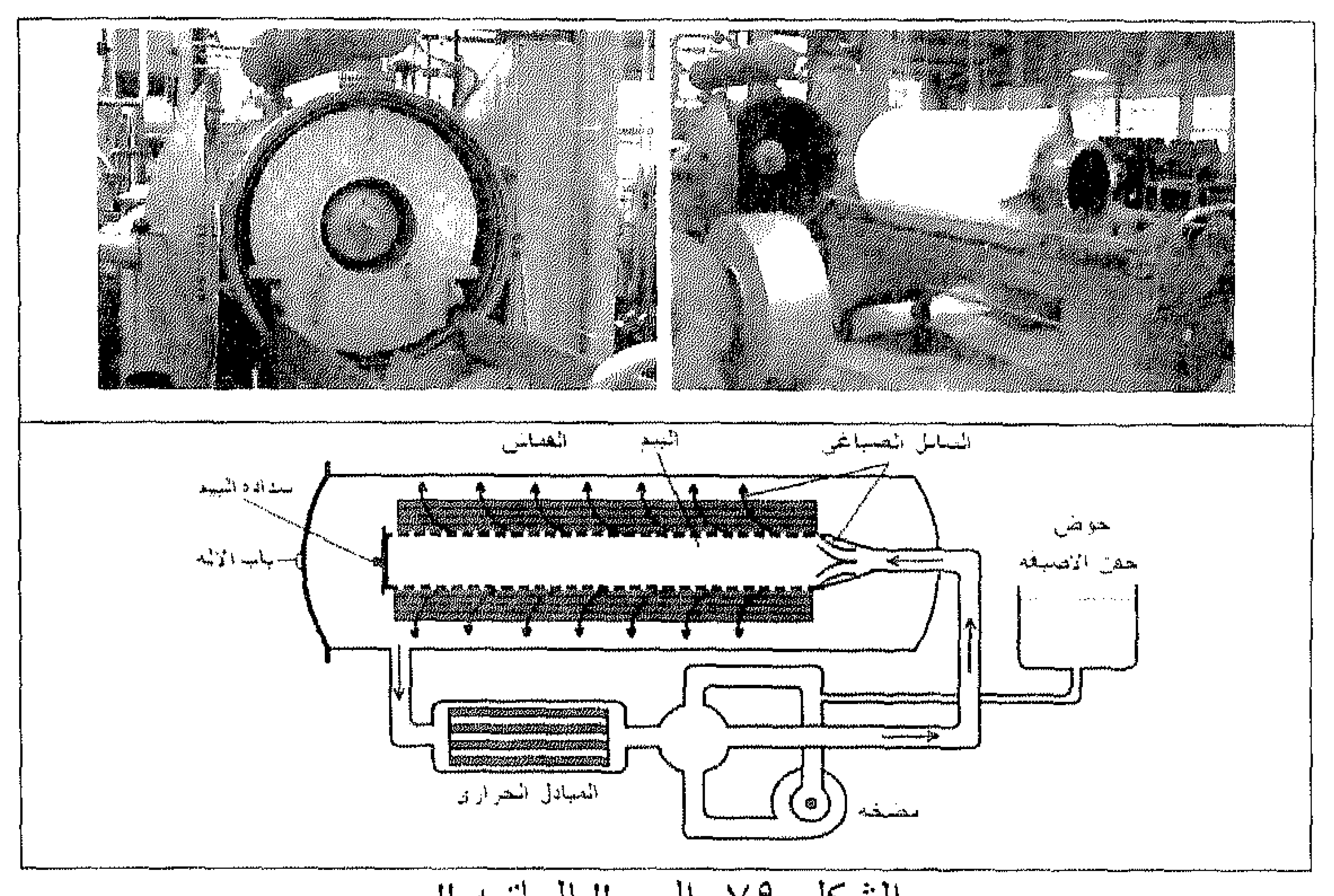


الشكل ٧٨ : الأوڤرفلو

١-٣- البيم: تُسْتَخَدم هنا تقنية دوران السائل من داخل الاسطوانة التي يُلَف عليها القماش إلى خارجها وبالعكس ما يستوجب تثبيت القماش حرارياً قبل لفه على اسطوانة الصباغ كي لا نتعرض لهروب الضغط بفعل انكماش القماش وتحرر بعض الثقوب الداخلية الطرفية للاسطوانة، وتتميز العملية الصباغية على البيم بعدم تعرضنا لظاهرة التكسير نهائياً وإمكانية رفع حرارة بعض الأقمشة الممزوجة مع النايلون للحرارة ١٣٠°م والتي لو حاولنا صباغتها على الجت تعرضنا لتلف النايلون بسبب عدم قدرته على احتمال إجهادي الشد والحرارة معاً، ومن أهم مساوىء العمل به ظاهرة التموج " 'Moire " التي غالباً ما يسببها عدم انتظام الضغط، ونرى في الشكل ٧٩ نموذجاً لآلة البيم والتي يطلق عليها الاسم الشائع " الهاتيه " :

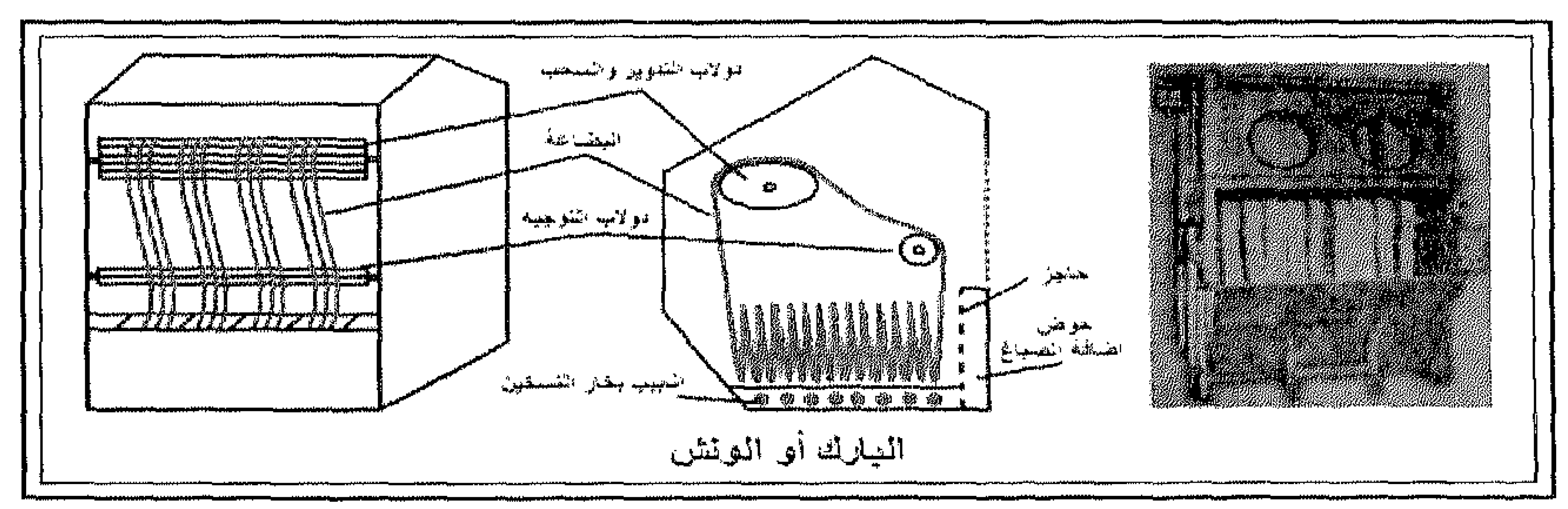
البيم " الهاتيه "





الشكل ٧٩: البيم " الهانيه "

١-٤- <u>الونش:</u> تعمل هذه الآلة على مبدأ دوران دولاب اهليلجي الشكل " لمنع توضع القماش فوق بعضه البعض كما هو حال الدولاب الدائري" لنتمكن من تدوير القماش مع دولاب يعلو الحوض الصباغي لتوجيه حبال القماش، ويشيع استخدام التسخين المباشر بضخ البخار مباشرةً للحوض بدلاً عن أنابيب التسخين البخارية المغلقة وإن كنا في ترسيمنا لآلة الونش قد صورنا الشكل النظامي للتسخين عبر الأنابيب، وغالب استخدام الونش تحت الضغط الجوي العادي وإن كان هناك من يُصَنّعه للحرارة والضغط العاليين ليأخذ الشكل الاسطواني آنئذٍ ليحتمل الضغوط العالية هندسياً، ونرى في الشكل ٨٠ مخطط الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي:



الشكل ٨٠: الونش العامل تحت الضغط الجوي العادي

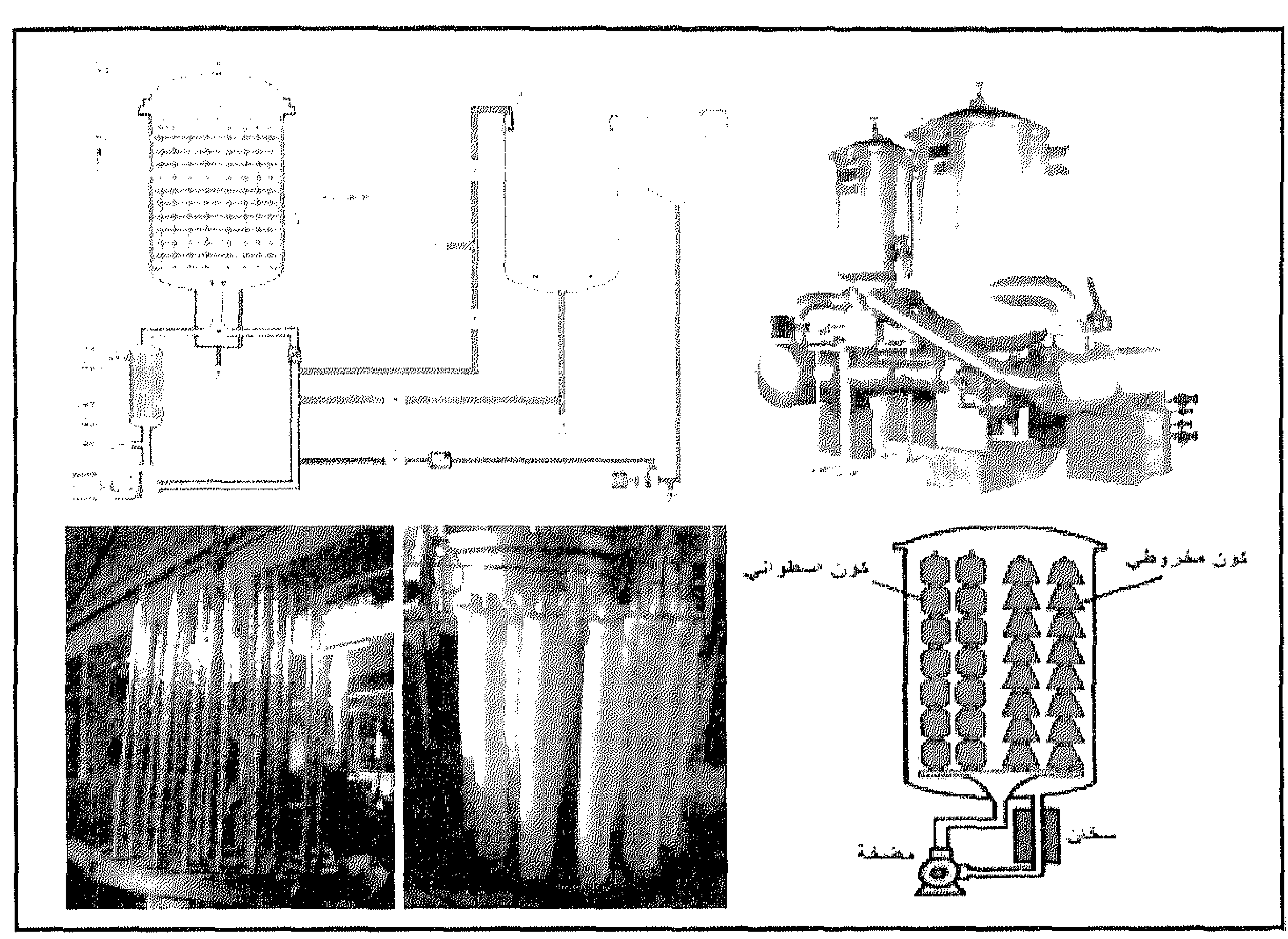
١-٥- <u>الجيكر:</u> يخص هذا النوع من الآلات أنواع النسيج وبخاصةٍ أنواعَ

النسيج القطني، ويعمل على مبدأ انتقال النسيج من اسطوانة لأخرى عبر السائل الصباغي المتواجد في حوض الحمام الصباغي، ويتميز الجيكر بإمكانيات صباغية عالية قد لا نتمكن من تحقيقها في الأنماط الأخرى من الآلات، إذ يتيح لنا العمل مع الجيكر بتطبيق الأصبغة: المباشرة، الفعالة، الكبريتية " السلفور"، الأحواض " الاندانترين"، النفتول " الديازو"، إضافة لأصناف الخيوط التركيبية عندما تكون حياكتها غير قابلة للامتطاط كأصناف نسيج البولي استر بشرط أن لا تكون أنماط حياكتها قابلة للانزلاق السهل ما يتسبب بانزياح حواشي النسيج عن بعضها البعض، وإلى زمنٍ غير بعيد كان الجيكر مُعَداً للعمل تحت الضغط الجوي فقط، إلا أن الحاجة له لصباغة أصناف البولي استر أو مزائجه العريضة جداً والتي قد تتعرض للتكسير عند صباغتها على الآلات الأخرى" كما هو حال صباغة الستائر والبرادي" بدأت الشركات المصنعة للآلات تنتجه لاحتمال الحرارة والضغط العاليين وعلى شكل هيكل اسطواني أيضاً كما في الشكل ٨١:

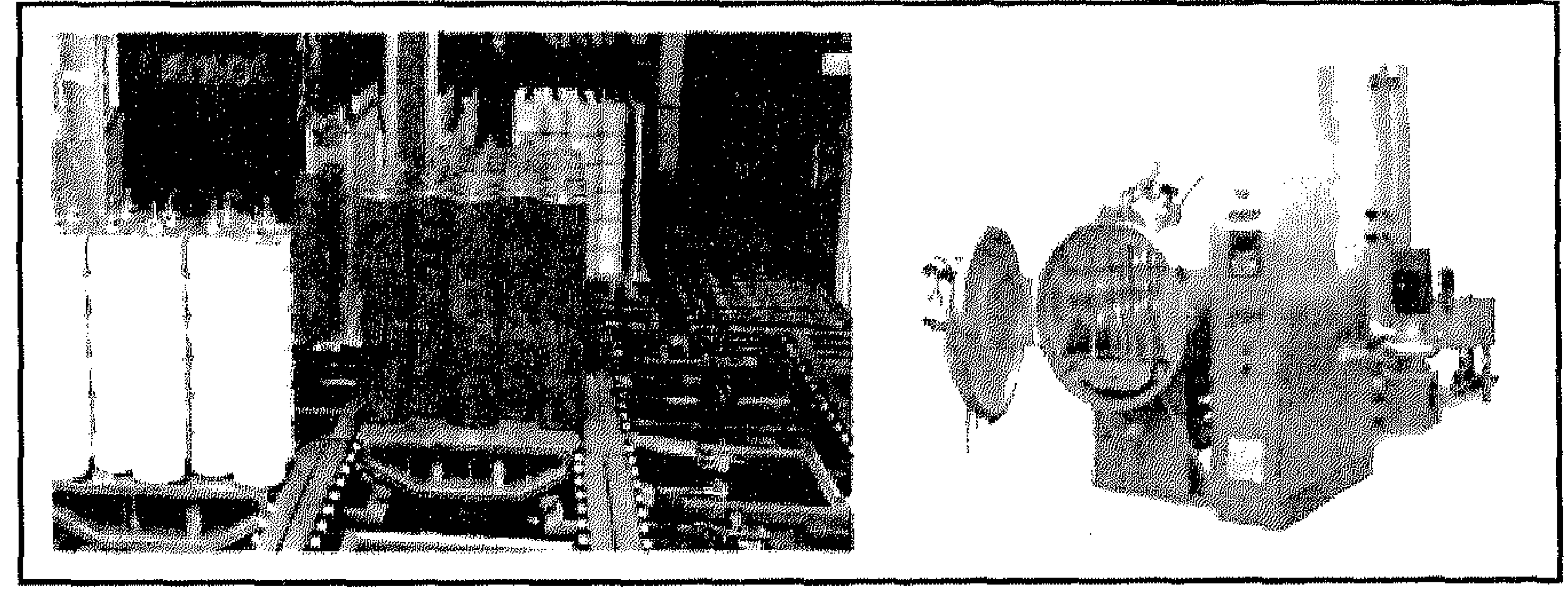


الشكل ٨١: الجيكر

<u>١-٦- آلة صباغة الخيوط الملفوفة " الكون " وآلة صباغة الشعيرات:</u> تعمل آلة صباغة الكون على تنضيد الكونات المثقبة البلاستيكية أو المعدنية فوق بعضها البعض وعبر قضيب يدخله السائل الصباغي المضغوط من الأسفل ليخرج من جوانب الكون وبالعكس، ونجد منها تصميماً عمودياً كما في الشكل ٨٢، وآخر أفقياً كما في الشكل ٨٣:

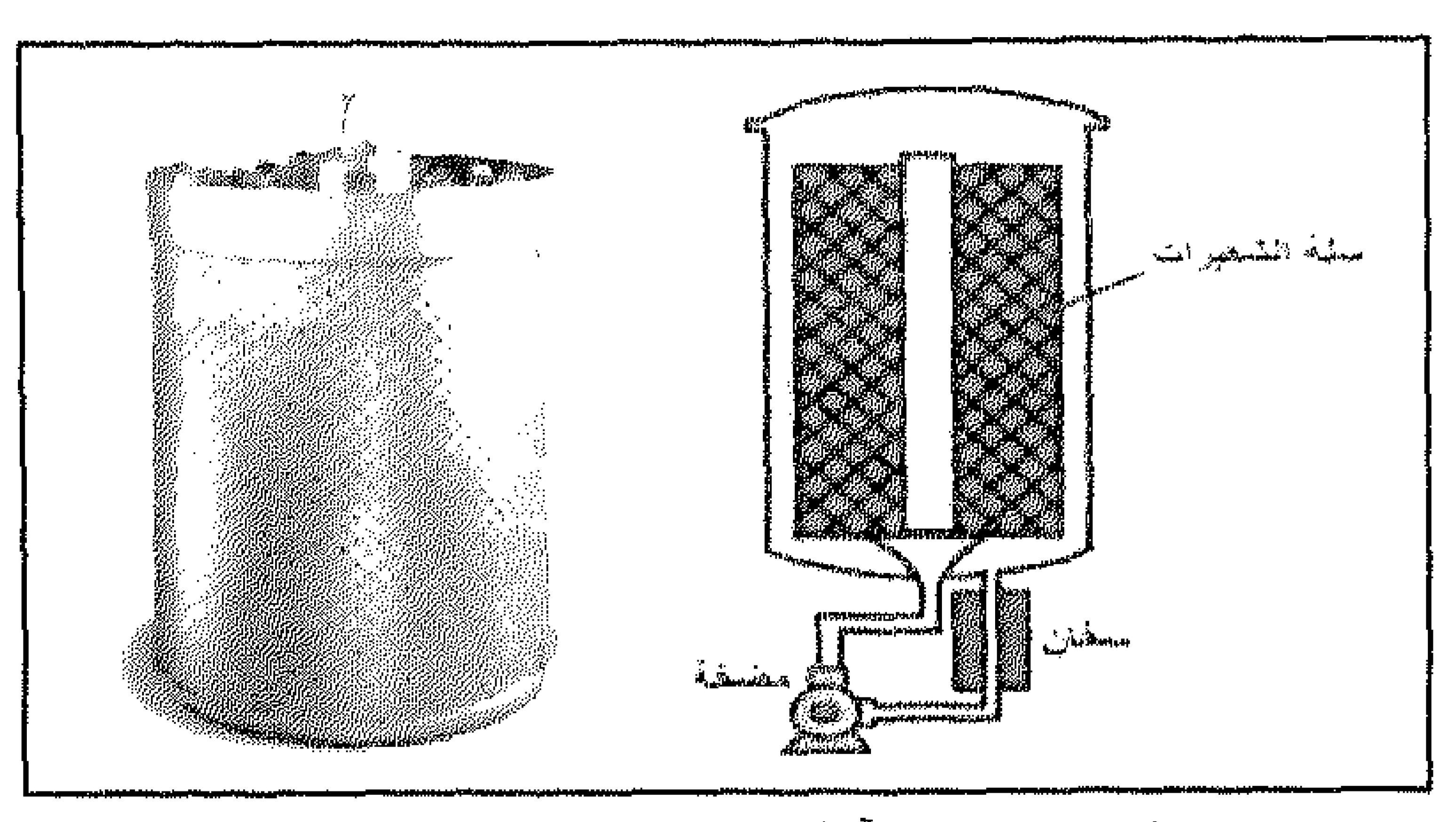


الشكل ٨٢: آلة صباغ الكون العمودية



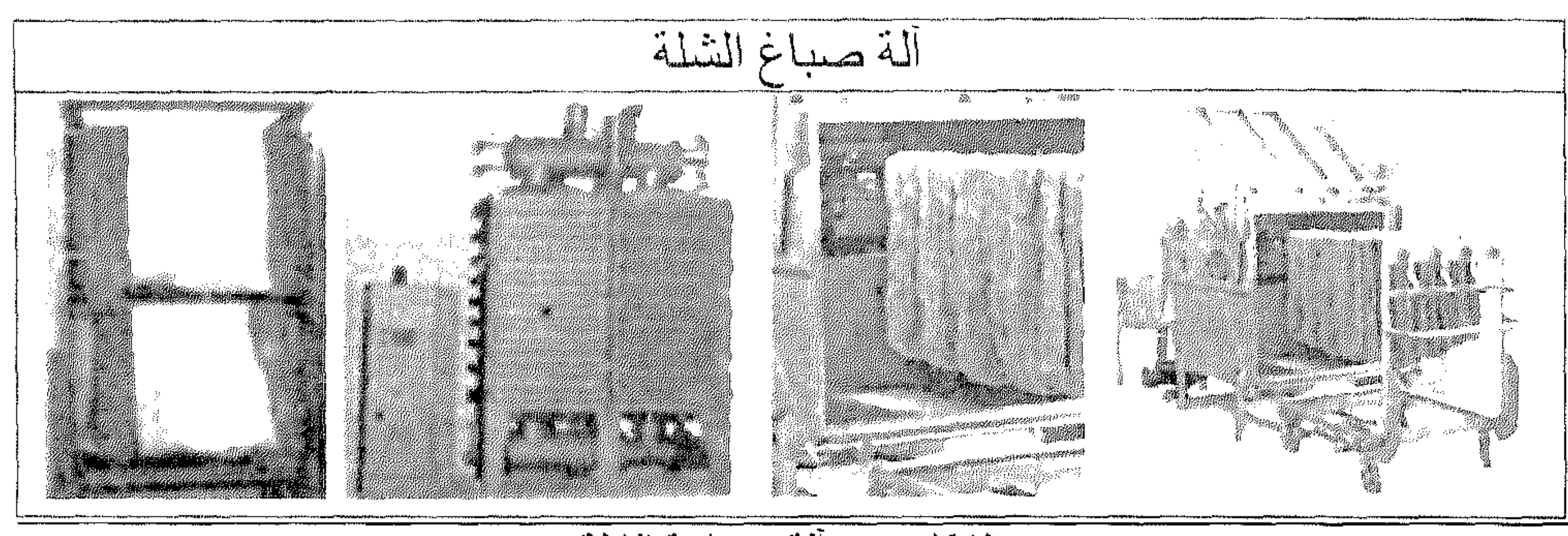
الشكل ٨٣: آلة صباغ الكون الأفقية

أما الشعيرات فتتم صباغتها بعد تعبئتها في سلالٍ خاصة لينفذ السائل منها تماماً كما هي صباغة الكون "الشكل ٨٤ ":



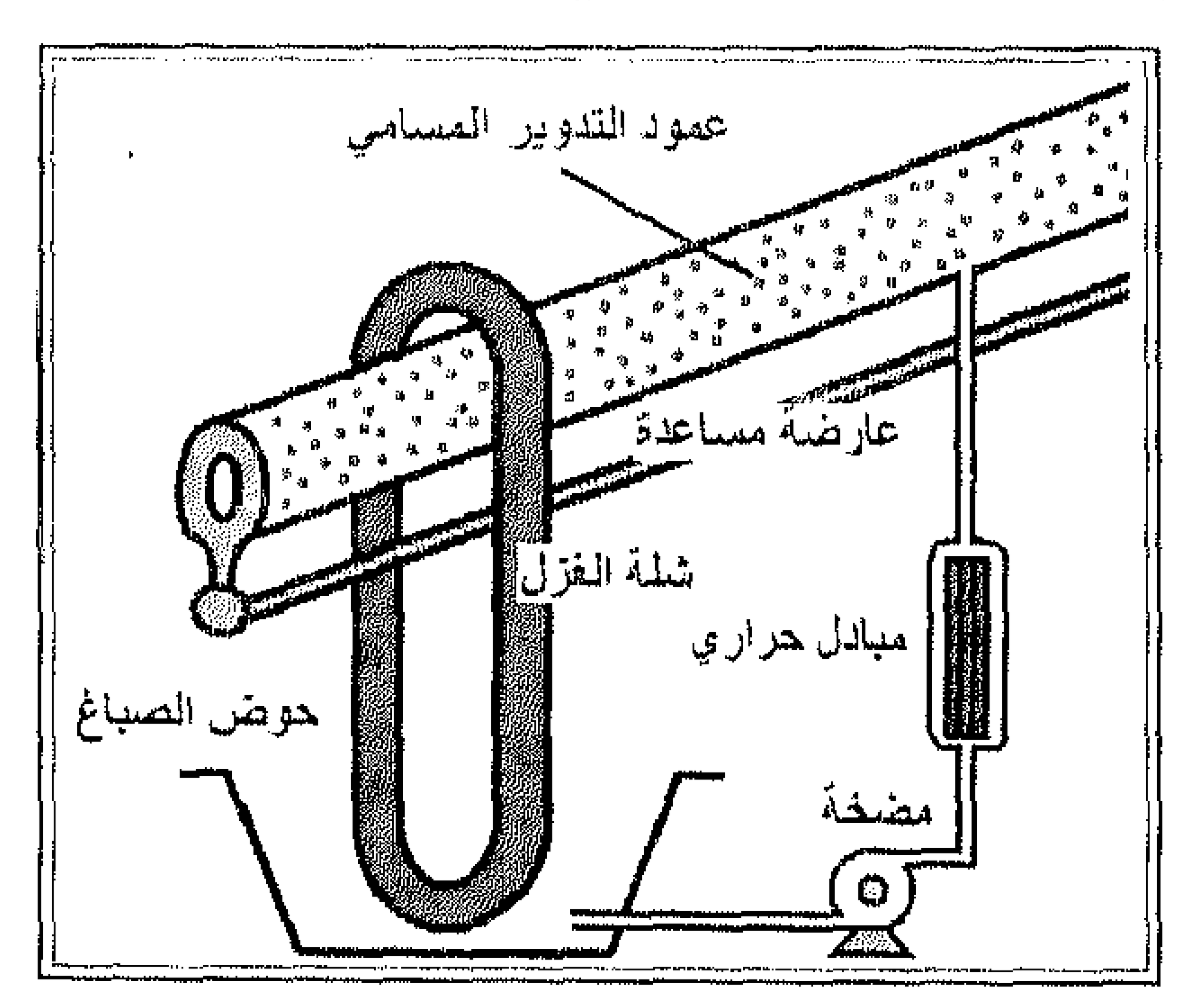
الشكل ٨٤: آلة صباغة الشعيرات

١-٧- <u>آلة صباغة الشلة :</u> يتم في هذه الآلة تحويل الخيوط المراد صباغتها إلى شلة ليُصار إلى تعليقها على حمالات خاصة بحيث يتم تدوير السائل الصباغي فيها من الأسفل إلى الأعلى بمضخاتٍ خاصة كما في الشكل ٨٥:



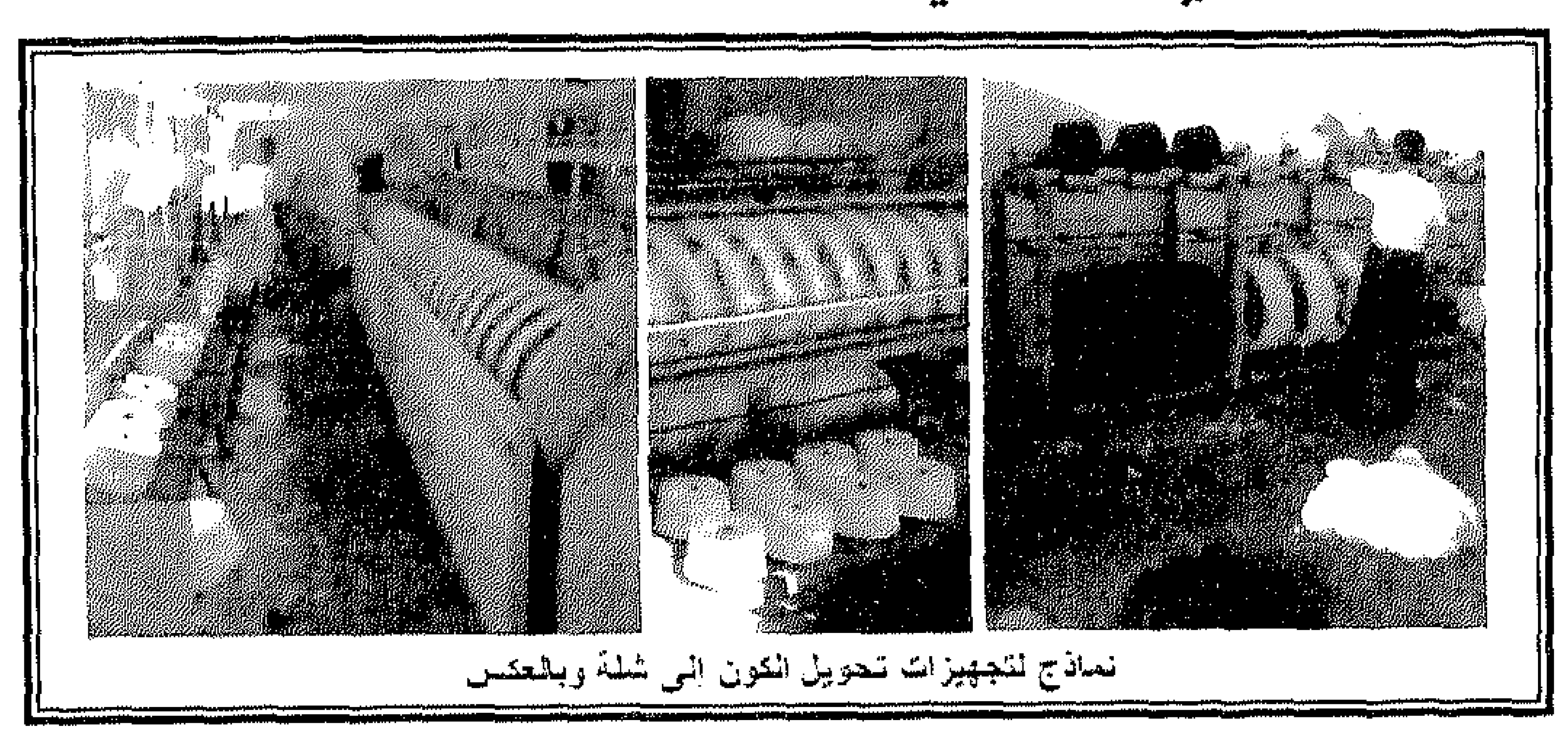
الشكل ٨٥: آلة صباغة الشلة

على أن هناك نموذجاً آخر لصباغة الشلة يقوم على عمودٍ حمّال مُرَذِذ يتم ضخ السائل الصباغي من خلاله، وتدور عليه الشلة طوال فترة حمام الصباغة ليبقى قسمٌ دائمٌ منها مغموس في حوض الصباغ كما في الشكل ٨٦:



الشكل ٨٦: آلة صباغة الشلة بالترذيذ

وتلحق بآلات صباغة الشلة تجهيزات تدوير خاصة لتحويل الكون إلى شلل وبالعكس على النحو الذي نراه في الشكل ٨٧:


نماذج لتجهيزات تحويل الكون إلى شلة وبالعكس

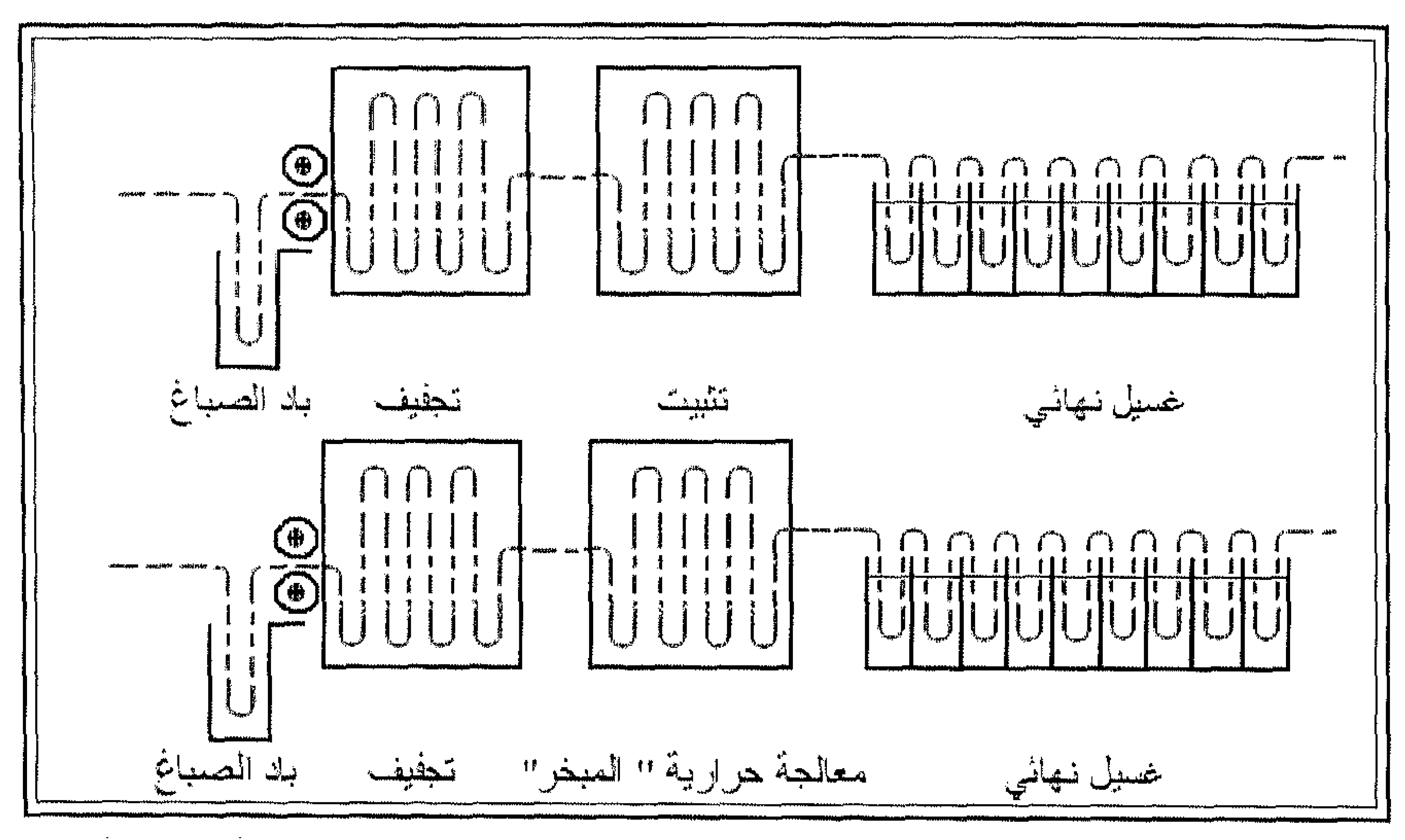
الشكل ٨٧: تجهيزات تحويل الكون إلى شلل وبالعكس

١-٨- آلات صباغة القطعة: يشيع استخدام هذا النمط من الآلات لصباغة القطع التي كثيراً ما نضطر لتفصيلها ومن ثم صباغتها كما هي حال بعض أنواع الجوارب والقبعات العسكرية الصوفية...، وتتألف الآلة آنئذ من حوض اسطواني مزودة بسواعد خاصة لتحريك شبكاتٍ خاصة تحوي البضاعة.

١-٩- وحدات الصباغة المستمرة: تمكننا وحدات الصباغة المستمرة من أرقامِ إنتاجٍ عالٍ وبسرعاتٍ اقتصادية مع إمكانيات ممتازة لتطبيق أنواع كثيرة من الأصبغة أو العمليات الخاصة بالعمليات الصباغية كالقصر والتخريق وحمامات الغسيل النهائي أو أحواض المعالجة بمواد التجهيز النهائي كالمواد المطرية أو المقسية أو المانعة للاحتراق أو المانعة للماء " الوتربروف "...، وإلى وقتٍ قريب كانت هذه التقنية مخصصة لأصناف النسيج ، وأمكن حديثاً تصميم وحدات لأصناف الحياكة الدائرية " التريكو" ولأوزانٍ بسطيةٍ نسبياً.

ويقوم مبدأ العمل بهذه الوحدات على معالجة القماش بإمراره على أحواضٍ تحوي مواد المرحلة اللازمة، فهناك أحواض لمواد القصر أو لشطف ما بعد القصر ومن ثم العمليات الصباغية وعلى مراحلها المطلوبة بحسب نوع الصباغ لكونها تلائم غالب أصناف الأصبغة كالأصبغة المباشرة والأحواض والفعالة والكبريتية والمبعثرة، فيمكننا المعالجة في أحواض تطبيق أصبغة

الأحواض مثلاً على الترتيب: تخريق، شطف، تحميل صباغ على شكل بيغمنت، تحميل محلول هيدروسلفيت الصوديوم، أكسدة وقصر، شطف، تطرية أو تقسية، تجفيف وتثبيت، ويراعى في كل حوض درجة الحرارة والتراكيز المطلوبة وحمولة القماش من هذه السوائل لنحصل على النتائج المتوخاة، ونرى في الشكل ٨٨ نموذجاً لوحدتي صباغة على الباد ووحدة الصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول ".



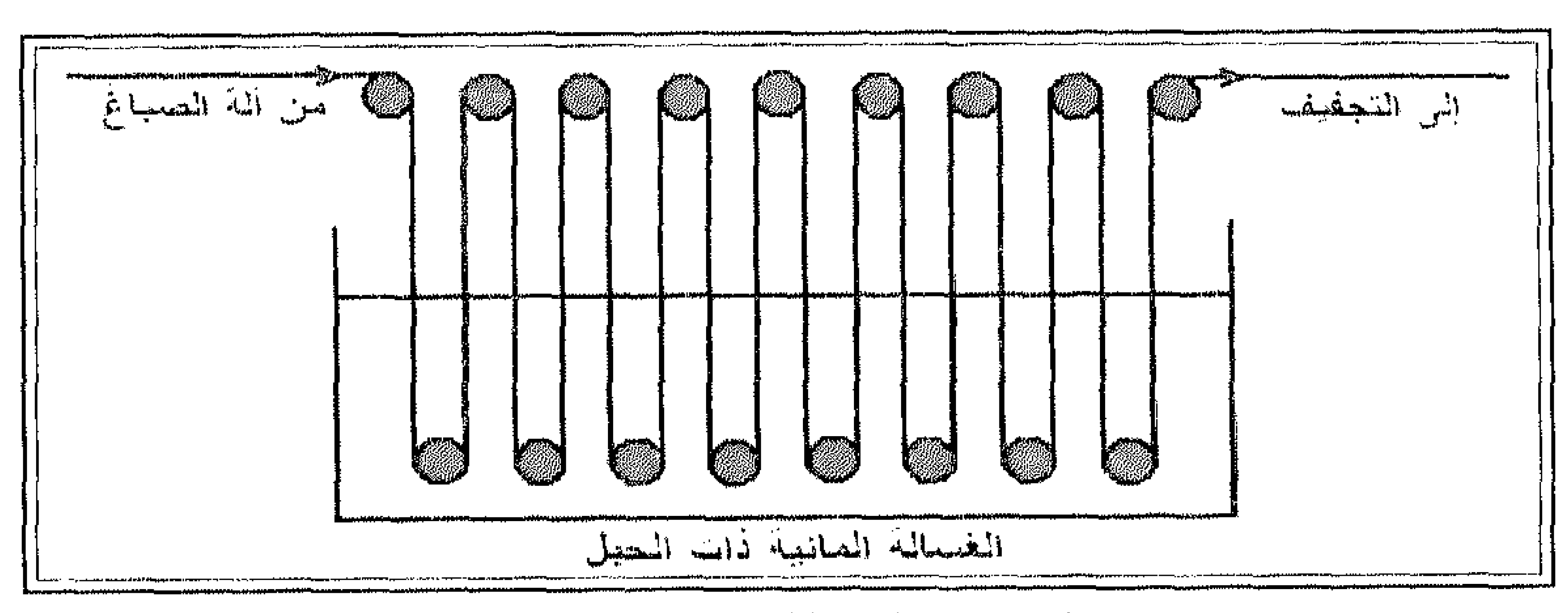
الشكل ٨٨: وحدتا صباغة على الباد والصباغة بطريقة التثبيت الحراري " الترموزول ".

٢ـ **عمليات الإنهاء:** لا يمكننا تداول الأقمشة بتحضيرها وصباغتها فقط، إذ لا بد من معالجتها لتحقيق جملة المواصفات التي تتطلبها القطعة المراد تفصيلها من القماش المطلوب، فلا بد من عمليات الغسيل الضرورية للتخلص من بواقي الكيماويات والأصبغة، ومن ثم عمليات العصير فالتجفيف والتثبيت الحراري وبوجود مواد معالجة خاصة تحقق الغرض المطلوب من القطعة المراد إنتاجها، فللبنطال الرجالي لا بد لنا من تقسية القماش لتظهر أناقة عمليات الكي عند الارتداء، أما لبعض القطع النسائية فلا بد لنا من تطرية القماش كي يناسب طبيعة الحركة المنزلية التي تقوم بها سيدات المنازل في الأعمال المنزلية.

يُطلق على جملة المعالجات النهائية مصطلح عمليات التجهيز النهائي، وغالباً ما يتم تحديد المواصفات المطلوبة من الزبون مباشرةً لمعرفته بطبيعة الخياطة النهائية التي سيؤول إليها القماش.

٣- آلات الغسيل: تتم عمليات الشطف والغسيل عادةً في آلاتٍ خاصة أو في الآلات المخصصة للصباغة نفسها، ولكل نوع صباغ طريقة شطف وغسيل خاصة به تقريباً، فكما رأينا تستلزم الأصبغة الفعالة حمامات شطف وغلي للتخلص من الأصبغة المهدرلة، أما أصبغة الأحواض فيمكننا تطبيق عمليتي الغلي والأكسدة معاً، في حين يلزم الأصبغة المبعثرة " الديسبرس" حمام غسيل إرجاعي بهيدروسلفيت الصوديوم بوسطٍ قلوي أو بمرجعات الوسط الحمضي، ومن نماذج الآلات التي نجدها لعمليات الغسيل:

٣-١- الغسالات المائية ذوات الحبل: تُخاط الأقمشة لهذه الآلة على شكل حبل وتمرر على حوض الغسيل بحركةٍ لولبية عبر مجموعة بكرات ضاغطة ما يتسبب بظهور علامات للتجعدات الحاصلة على طول الحبل في نهاية العملية، لذا فقد تم تخصيصها للأقمشة غير القابلة للتجعد أو التكسير، ونرى في الشكل ٨٩ مخططاً لهذه الآلة:



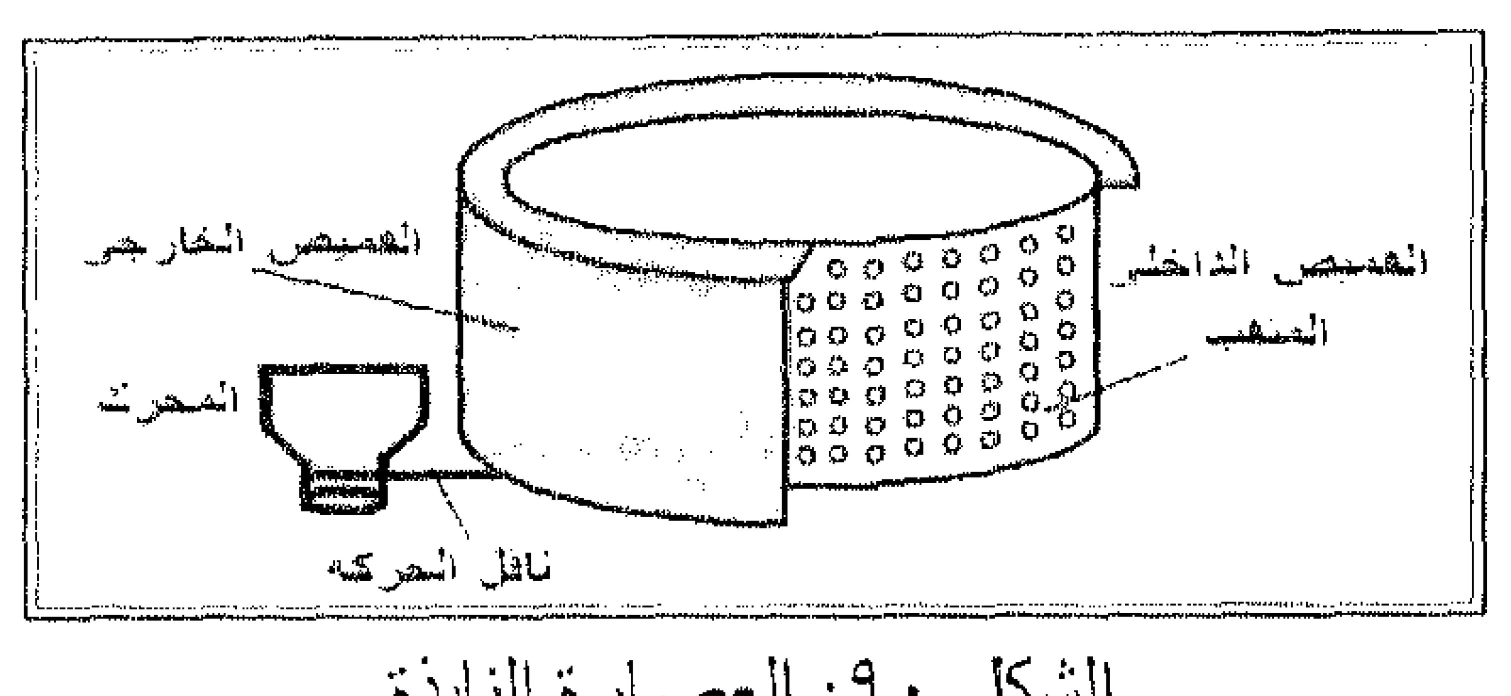
الشكل ٨٩: الغسالة المائية ذات الحبل

٣-٢- غسالة الثوب المفتوح: تتم عملية الغسيل هنا في حوضٍ خاص ودون أي علامات حبال لانعدام عمليات الضغط فيه، بل تعتمد عمليةُ الغسيل على السير الحر بالتدفق المائي المعاكس أو بتحريك القماش للأعلى والأسفل أو باحتواء الغسالة على رشاش مائي خاص.

٤- آلات العصير: تهدف عملية العصير للتخلص من أكبر كميةٍ ممكنةٍ من

الماء لتحقيق أعلى درجة وفر لعمليات التجفيف والتثبيت الحرارية، وتتم عمليات التخلص من الماء أو العصير عبر تقنياتٍ أساسيةٍ ثلاثة:

٤-١- **العصير بالقوة النابذة:** تقوم هذه التقنية على وضع البضاعة المراد عصرها في عصارة دائرية تدور بسرعاتٍ عالية لنتمكن من نبذ أكبر كميةٍ ممكنةٍ من الماء الذي يخرج من ثقوب قميصها الداخلي وعبر مصرفٍ نظامي خاص من أسفلها كما هو حال الغسالات المنزلية الآلية، ونرى في الشكل ٩٠ مخططاً لهذه العصارة:



الشكل ٩٠: العصارة النابذة

٤-٢- **العصير بالاسطوانات الضاغطة:** تقوم تقنية العصير في هذه الآلة على إمرار القماش بين اسطوانتين ضاغطتين مصنوعتين من الفولاذ غير القابل للصدأ أو من المعدن المغطى بنوعٍ خاص من الكاوتشوك، وعبر التحكم بالقوة الضاغطة يمكننا التحكم بمعدلات إزالة الماء.

٤-٣- **إزالة الماء بالتفريغ الهوائي " الشفط ":** تطبق هذه العملية في حاويات خاصة تعمل على تفريغ الهواء وبالتالي سحب أكبر كمية ماء ممكنة بحسب الزمن وقوة التفريغ المطبقة، وتتميز هذه الطريقة بمحافظتها على رونق القطع المخاطة أو السميكة كما هو حال الحرامات.

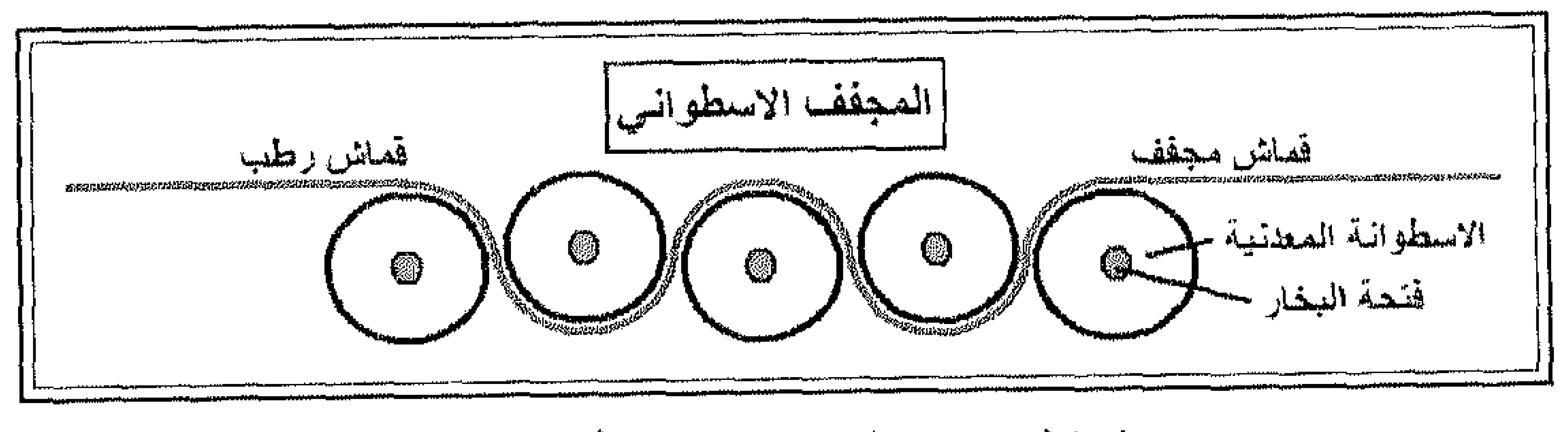
٥- **آلات التجفيف:** تتباين آلات التجفيف في تصميمها بين آلات تجفيف فقط أم آلات تجفيف وتثبيت، فالتثبيت لا يتم إلا في التجهيزات التي تصل درجات حرارتها لأعلى من تلك الخاصة بالتجفيف فقط، إذ قد يكفينا ولآلات التجفيف درجات حرارة تصل حتى ١٤٠°م فقط، في حين أنه ولتثبيت القطعة بعد الصباغة بالأصبغة المبعثرة تلزمنا درجات حرارة ١٦٠-١٨٠°م، ومن أهم التقنيات المستخدمة لهذه الغاية.

٥-١- **التجفيف الطبيعي:** ونعتمد فيها على عملية نشر الأقمشة في الهواء الطلق وتركها حتى الجفاف، وعلينا أن ننتبه هنا لثباتية الأصبغة على النور في حال تم النشر تحت ضوء الشمس.

٥-٢- **المجففات الأسطوانية:** تتم عملية التجفيف هنا بتمرير القماش المصبوغ على اسطواناتٍ معدنيةٍ مسخنةٍ على البخار، ومن أهم عيوبها ازدياد طول البضاعة ونقصان عرضها، ومن الضروري الانتباه عند العمل عليها ولاعتبارات تتعلق بالتلامس الحراري المباشر بين البضاعة والاسطوانات المعدنية:

- التأكد من نعومة سطح الاسطوانات.
- التأكد من ثباتية الأصبغة للحرارة.
- المحافظة الدائمة على نظافة السطوح المعدنية من التلوث بالأصبغة المحمولة على سطح القماش وخاصة عند الانتقال من لونٍ لآخر.

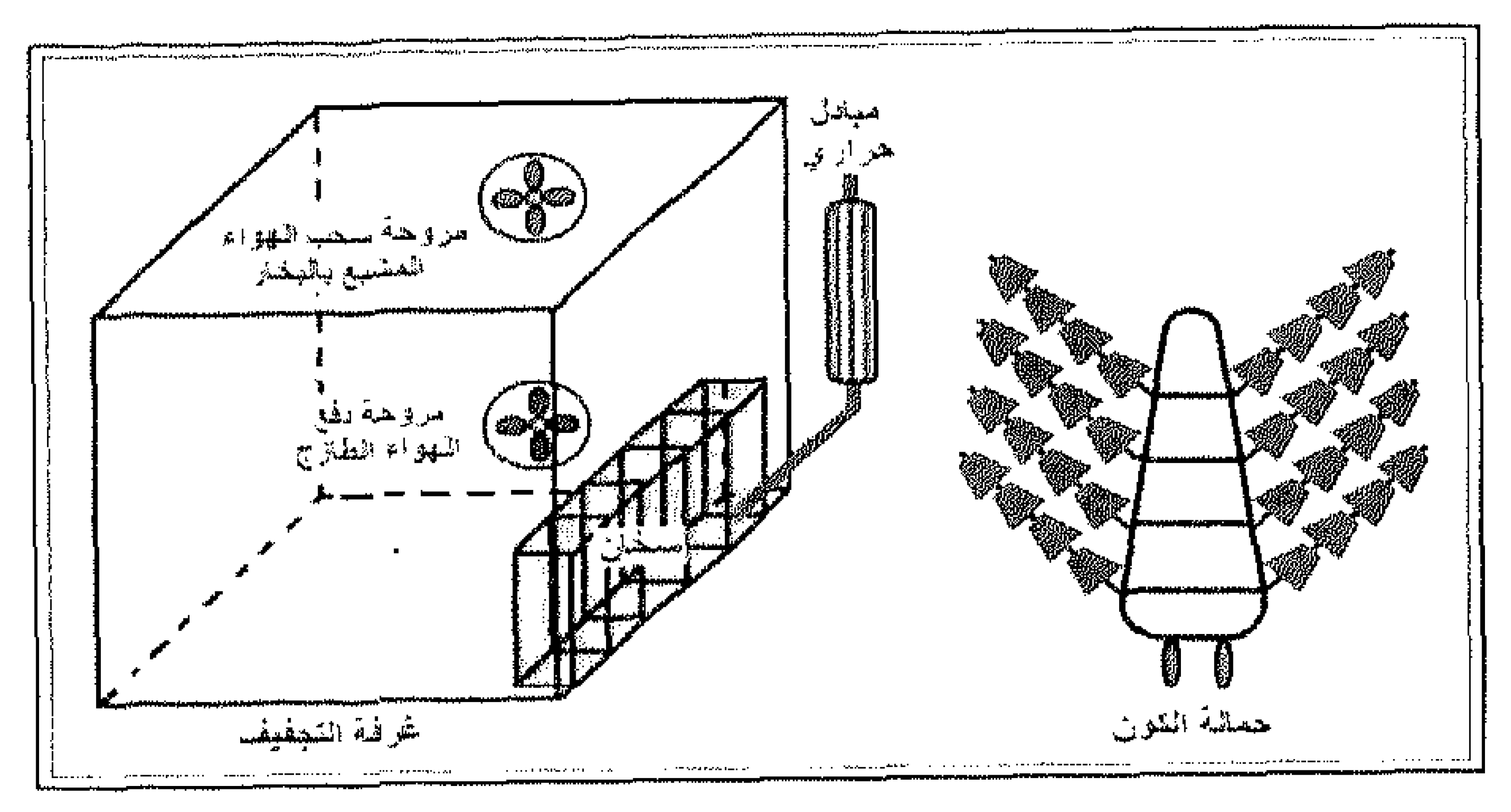
وتلائم هذه التقنية الأقمشة السيليلوزية والحريرية الطبيعية المتوسطة السماكة، إذ أنها قد لا تحقق التجفيف الكامل مع الأقمشة السميكة، ونجد لها نموذجين اثنين: اسطواني شاقولي واسطواني أفقي كما في الشكل ٩١:



الشكل ٩١: المجفف الاسطواني

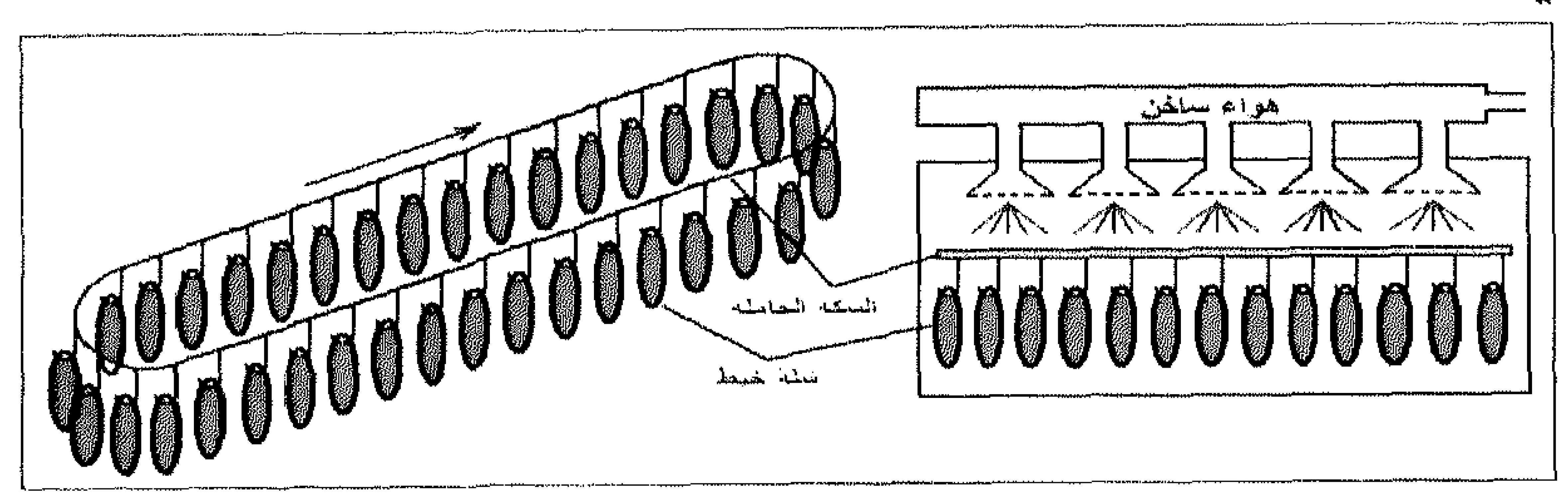
٥-٣- **غرفة التجفيف:** وتتألف من غرفة مجهزة بمراوح لضخ الهواء الذي يمر عبر مبادل حراري يعمل على البخار أو الزيت المسخن أو بوشائع كهربائية أو... وباتجاه القماش أو الخيوط المحمولة على رفوف أو حمالات مناسبة، ومن الضروري الدراسة الدقيقة فيها لدرجة حرارة ومعدلات تدفق الهواء الساخن لتقدير كمية الهواء اللازم استبدالها لتجديد الهواء المشبع بالبخار وبالتالي للوصول للمردود الأعظمي من عملية التجفيف، وتصل

درجة حرارة الغرفة عادةً حتى ٥٠-٧٠°م، ونرى في الشكل ٩٢ نموذجاً لغرفة تجفيف:



الشكل ٩٢: خزائن التجفيف

٥-٤- المجفف الحلقي: يستخدم المجفف الحلقي أكثر ما يُستخدم لتجفيف الخيوط المصبوغة على شكل شلة بتعليقها على السكة الحاملة للشلل والمعرضة للتيار الهوائي الساخن، كما يمكننا استخدامه لتجفيف الملابس، ونرى في الشكل ٩٣ مخططاً تقريبياً لهذا المجفف:

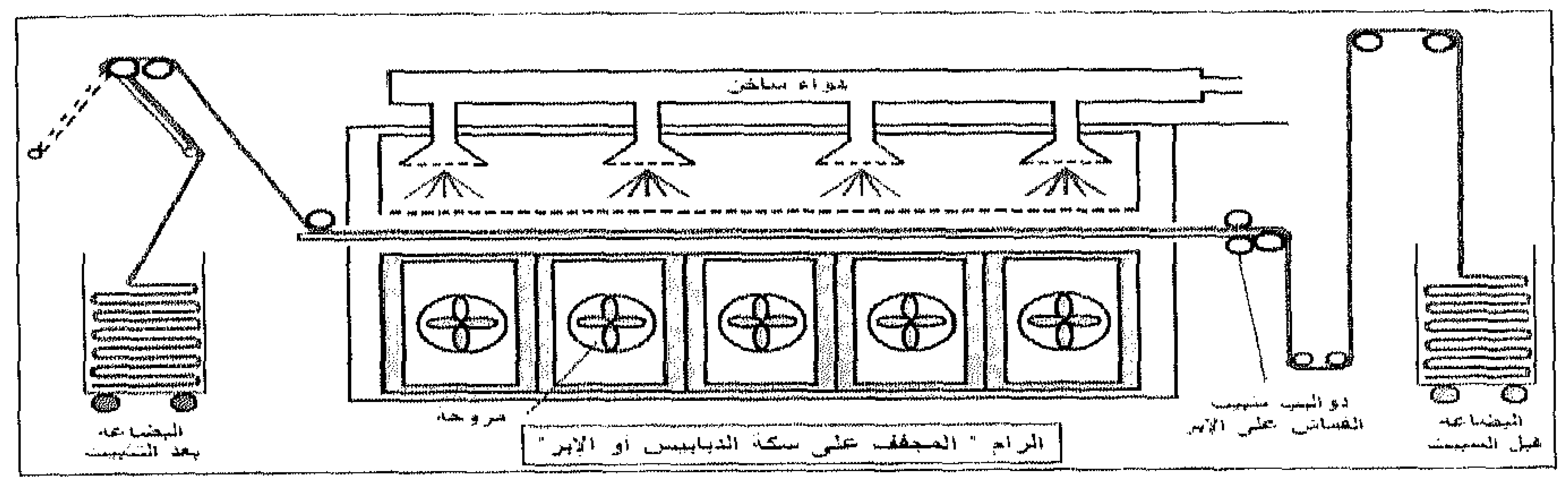


الشكل ٩٣: المجفف الحلقي

٥-٥- برميل التجفيف: تقوم هذه التقنية على ضخ الهواء الساخن في برميل دوار بقطر ١-٣ متر تتقلب فيه البضائع المصبوغة بسبب حركة الدوران، ويناسب هذا البرميل البضائع الحريرية والبضائع المطبوعة لتجفيفها بانتظار مرحلة التثبيت.

٥-٦- الرام: يتم بناء آلة الرام من سكة دوارة تحمل دبابيس أو ملاقط تمسك بالقماش المفتوح من حواشيه ومراوح تضخ الهواء الساخن بدرجة الحرارة المطلوبة وحتى ٢١٠-٢٢٠°م بفعل إمرار الهواء عبر مجموعة مبادلات حرارية تعمل على زيت معدني حراري يُمْكِننا رفع درجة حرارته حتى

٣٥٠ °م دون أن يتخرب، ومن الضروري جداً مراقبة انتظام حركة الهواء داخله منعاً للمشاكل التي قد تحدث من تصعد بعض أنواع الأصبغة بفعل درجات الحرارة العالية والتي قد تتسبب بما يُسَمى الهجرة الحرارية التي تعني هجرة الصباغ من عمق الخيط حتى سطحه ومن ثم لهواء الرام ما يتسبب بتكاثفه من جديد في المناطق الأقل حرارة ما يعني سوء توزع الصباغ أو انعدام التسوية بالرغم من التسوية الصحيحة بفعل العملية الصباغية، لذا فإنه من الضروري التنبه معه لتصنيف الصباغ ومدى مقاومته للحرارة حتى نحسن اختيار درجة الحرارة الملائمة للعمل أو للتثبيت بحسب تصنيف الشركات الصانعة للأصبغة، ونرى في الشكل ٩٤ مخططا بسيطاً للرام:



الشكل ٩٤: الرام " المجفف على سكة الدبابيس أو الملاقط

٦- عمليات التجهيز النهائية: تهدف مجمل عمليات التجهيز النهائية لتحقيق مواصفات معينة يمكننا معها تحسين أداء القماش وتلبيته لاحتياجاتنا، وهناك الكثير من المعالجات التي سنذكر هنا أهمها على الصعيد العملي والتجاري:

٦-١- التطرية: وتهدف لتحسين ملمس وليونة الأقمشة النهائي، ونجد من أهم أنواع عوامل التطرية:

<u>المطريات الكاتيونية</u>: وغالباً ما يتم تحضيرها من مركبات الأمونيوم الرابعية ومشتقاتها، أو أميدات واسترات الحموض الدسمة، وتتميز بتحسينها ملمس القماش لطبيعتها الدهنية ما يجعل منها مقاومة لتشرب الماء، ومن أهم ما يعيبها تخربها بالوسط القلوي بحسب التفاعل:

$$R\text{-}NH_3\text{-}Cl + NaOH \rightarrow R\text{-}NH_2 + NaCl + H_2O$$

المطريات السيليكونية: من مركبات السيليكون العالية الوزن الجزيئي نسبياً، تمنح القماش ملمساً دهنياً إلى حدٍ ما مع ليونةٍ للخيط.

المطريات الماكروسيليكونية: من مركبات البولي سيلوكسان الأصغر حجماً من سابقتها، تمنح الخيوط ليونةً وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الخيوط التركيبية.

المطريات الماكروسيليكونية: وهي الأصغر حجماً من مجموعة المطريات الماكرو سيليكونية، تمنح الخيوط ليونة كبيرة جداً، وتؤثر سلباً على الثباتيات عند إضافتها بزيادة وبخاصة مع الخيوط التركيبية.

مطريات البولي أوريتان: تشابه المطريات الميكروسيليكونية، وتمتاز بقابليتها للامتطاط ما يجعلها الأنسب لتجهيز الأقمشة المعدة للرياضيين.

المطريات اللاشاردية: تمتاز المطريات اللاشاردية بإمكانية تطبيقها أحياناً مع الحمام الصباغي، ويتم تحضير معظمها من البولي ايتيلين أو من مزائج البولي ايتيلين مع بعض المواد الشمعية المحسنة لخاصية الانزلاق، أو من بعض الأغوال الدسمة.

تتم المعالجة مع المطريات على الرام بمرور القماش من خلال حوض المواد المساعدة ومن ثم العصير على فولارد الرام إلا في حال الأقمشة التي قد تتأذى من مرورها على اسطوانات العصير كما هي حال المخامل إذ نلجأ آنئذٍ لمعالجتها على آلة الصباغ بوسطٍ حمضي pH~6 عند حرارة ٤٠°م مضطرين بعدها لحمام غسيل للآلة استدراكاً من تفاعل آثار للمطري مع المواد المساعدة أو الكيماويات أو الأصبغة السالبة الشحنة التي قد تُستخدم في الحمامات التالية وبالتالي تصبح معرضةً للتفاعل معها وتشكيل رواسب تضر بالعملية الصباغية.

٦-٢- التقسية والتنشية: تتم معالجة الأقمشة أحياناً بمواد ترفع من قساوتها، ويستخدم لهذه الغاية مواد عدة كبولي ڤينيل أسيتات PVAc " الغراء

الأبيض"، النشاء، بولي الأكريلات، بولي ڤينيل الأغوال PVAl، بولي الأوريتان... وغالباً ما تتم مثل هذه المعالجات عند التجفيف والتثبيت على الرام بتعبئة محلولها بالتركيز المطلوب في حوض الرام.

٦-٣- موانع الماء والزيت " الوتربروف ": تتم هذه المعالجة عادةً على الرام بشروط حرارة مناسبة، وتعتبر من أكثر المواد انتشاراً لهذه الغاية: مركبات الفلوروكربون، بولي إيزو سيانات الأليفاتية، والبارافينات الزركونية الخاصة بالشوادر.

٦-٤- مؤخرات الاحتراق: تهدف هذه المعالجة لمنع انتشار اللهب في القماش عند أي حريق، وتتم المعالجة على الرام أيضاً وفق الشروط التي تحددها الشركات الصانعة، ومن أهم المواد المستخدمة لهذه الغاية نجد مركبات الفوسفونات مثل رباعي ميتانول كلوريد الفوسفونيوم $THPC: (HOCH_2)_4PCl$، وبعض مركبات الانتموان.

٦-٥- مضادات التعفن: تهدف هذه المعالجة لمنع نمو أنواع الفطور أو البكتريا على الأقمشة القطنية خاصة، كما هو الحال مع ساليسيل أنيليد Salicylanilid المعروف تجارياً باسم شيرلان AN الذواب بالماء، والذي يُضاف له عادةً بعض العوامل الفعالة سطحياً للمساعدة على رفع درجة امتصاصه:

CO.NH₂ – C₆H₅ / OH

٦-٦- مضادات الكهرباء الساكنة: وتهدف لإبادة الكهرباء الساكنة التي قد تظهرها الخيوط التركيبية عند تشغيلها على أنوال الحياكة أو عند تعرضها لإجهاداتٍ حرارية كما هو الحال على الرام أو إجهادات ميكانيكية أخرى وبخاصة عندما تكون خالصة الجفاف " إذ أن وجود بعض الرطوبة يخفف منها كثيراً "، وقد تتم هذه المعالجات على الرام أو على آلات الصباغة مع الانتباه آنئذٍ لشحنتها، ونجد أن من بين أهم المركبات المستخدمة لهذه الغاية مركبات: ألكيل فوسفات ومركبات الأمونيوم الرابعية.

البحث الخامس

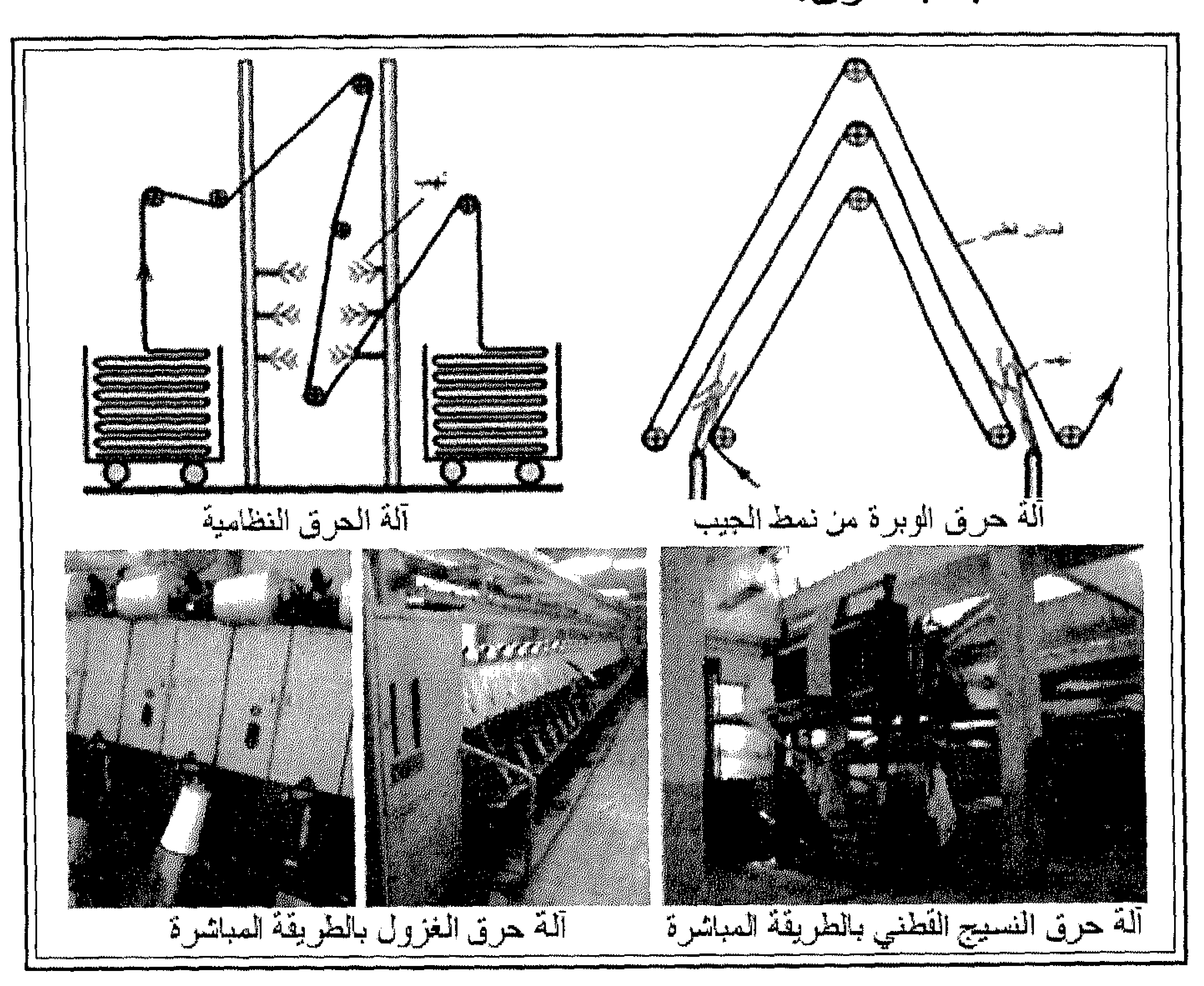
العمليات الخاصة بتحسين المواصفات

تتميز الصناعة النسيجية بكثرة العمليات والتقنيات التي يمكننا اعتمادها لتحسين المواصفات وأداء العمليات المتلاحقة الخاصة بكل نوع من الألياف أو الخيوط كما سنرى في مجمل العمليات التي سنستعرضها في هذا الفصل.

١ - العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة السيليلوزية:

١-١- إزالة الوبرة: وتهدف لصقل سطح النسيج بإزالة الشعيرات القصيرة البارزة، وتقوم عملية المعالجة بتقنيتي الحرق أو المعالجة الأنزيمية:

١-١-١- المعالجة بالحرق:



الشكل ٩٥

وتقوم على إمرار القماش القطني على شعلاتٍ ملتهبة بطول لسان لهبٍ معين وسرعة مرور بصورةٍ مدروسة لتحقيق أفضل النتائج لتسَبُب زيادة عملية

الحرق عن معدلاتها الطبيعية أو تجعد القماش بتشكل مركبات الأوكسي سيليلوز، وكثيراً ما يُصار لتنشيط الشعيرات بشحنها بالكهرباء الساكنة التي تساعدها على الانتصاب وبالتالي ضمان عملية حرقٍ سليمة، ومن الأنماط المتداولة لعمليات الحرق نجد نمط آلة الجيب الذي يقوم على إمرار القماش بين مجموعة اسطوانات تتداخل مع لهب الاحتراق ونمط حرق الوبرة بالطريقة المباشرة كما في الشكل ٩٥، كما نرى في الشكل صورتين طبيعيتين لآلة حرق النسيج وحرق الغزول القطنية بالطريقة المباشرة:

١-١-٢- طريقة المعالجة الأنزيمية: وتقوم على معالجة القماش السيليلوزي في حمامٍ يحوي أنزيم السيليلولاز بنسبة قد تصل إلى ٢-٣% من وزن القماش بحسب تركيز الأنزيم وتعليمات الشركة الصانعة، فشركة د. بتري تنصح بالمعالجة بأنزيم بيريزيم IND عند درجة حرارة ٤٥-٥٠°م / ٤٥-٦٠ دقيقة عند درجة حموضة pH:4.5-5.5

١-٢- عملية التحرير" المرسزة ": تتم عملية تلميع الألياف السيليلوزية بمعالجتها بمحلول ٢٠% ماءات الصوديوم حيث تتعرض لعملية شد تؤدي لتراجع الطول وازدياد الألفة نحو الأصبغة مع ازدياد نعومة الملمس، وقد لوحظ أن تأثير ماءات الصوديوم يكون على الشكل المبين في الجدول ١٣٦ والذي نلاحظ من خلاله أنه وعند التركيز ١٧.٥% تبدأ عملية انحلال الالتواءات أولاً ثم الانتفاخات على العكس من التراكيز الأعلى :

الجدول ١٣٦

مراحل التغيرات أثناء عمليات التلميع بدلالة تراكيز محاليل ماءات الصوديوم	
تركيز ماءات الصوديوم %	التغيرات
صفر – ٧.٥	لا يحدث أي تغير على الشعيرات
٨-٩	يبدأ انحلال التواءات الشعيرات
١٠	تزداد سرعة انحلال الشعيرات
١٥	يبدأ انتفاخ الشعيرات
١٧.٥	اختفاء الالتواءات وانتفاخ الشعيرات
٢٠	انحلال الالتواءات والانتفاخ معاً
٣٠-٤٠	بدء الانتفاخ متبوعاً بانحلال الشعيرات

ولانحلال الالتواءات أهمية قصوى لأنها السبب الرئيس لزيادة اللمعان بتحول مقطع الألياف إلى الشكل الدائري وبدء انتفاخها الذي يصاحبه انكماش في الطول يستوجب تطبيق عمليات شدٍ صارمة استدراكاً لأي انكماش يحدث بتراكيزٍ لماءات الصوديوم تتجاوز ٧%، ونبدأ بعمليات التلميع الكامل والنصفي بعد معالجة النسيج عبر عمليات التحضير الأولية على آلة حرق الوبر أو إزالة النشاء حسبما يلزم " ويستحسن إجراء عملية قصر أولاً منعاً للتلوث السريع لحمام التلميع ".

١-٢-١- التلميع الكامل: وتتم هذه العملية عادةً عند تراكيز لماءات الصوديوم تعادل ٢٨- ٣٢% ماءات الصوديوم أي ٥٥- ٦٥° تواديل وبدرجة حرارة ١٥°م أو أقل.

١-٢-٢- التلميع النصفي: وتتم هذه العملية بهدف رفع ألفة النسيج للأصبغة دون الاهتمام بدرجة اللمعان، وقد أطلق عليها اسم التحرير النصفي لكون تركيز ماءات الصوديوم لا يزيد فيها عن ١٥- ١٦% أي ٣٠° تواديل.

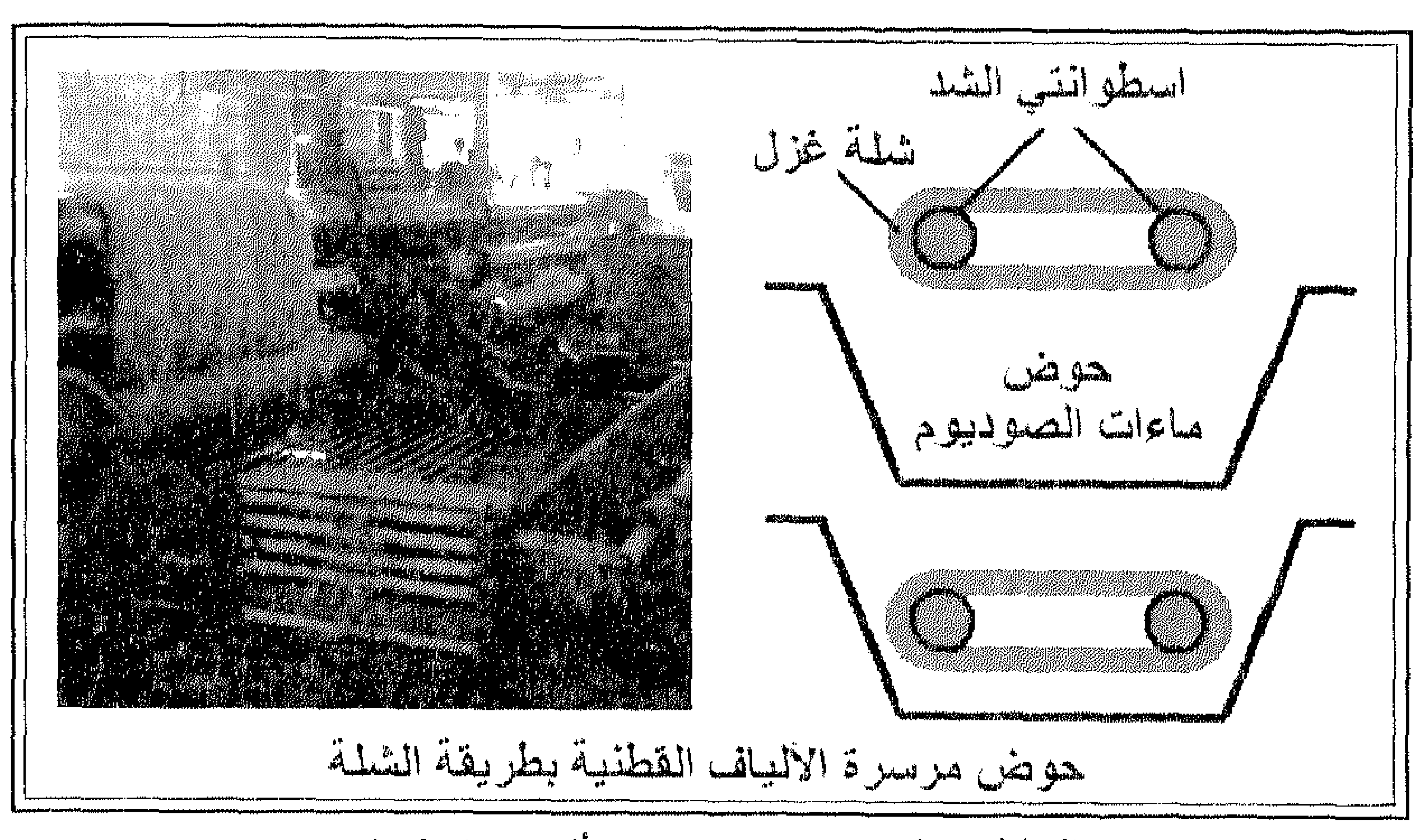
١-٢-٣- شروط عملية التلميع: تستوجب عملية التحرير الأخذ بالشروط:

- عدم ارتفاع درجة حرارة الحوض عن ١٤°م.
- الإزالة الكاملة للنشاء أولاً لمنعه تغلغل محلول ماءات الصوديوم إلى عمق الألياف وإضافة عامل مبلل خاص يمكنه مقاومة تراكيز القلوي العالية.
- ضبط درجة شد النسيج بالصورة الأمثل وتجنب تكسيره في حوض التلميع.
- التحقق من تركيز محلول ماءات الصوديوم قبل البدء.
- الغسيل الجيد والتأكد من تعديل قلوية النسيج بحمضٍ مناسب كحمض الخل.

١-٢-٤- آلية عملية التلميع: ترتبط درجة لمعان النسيج المحرر بقوة الشد المطبقة عليه أثناء العمل وعدم منحه الفرصة للانكماش، لذا فإنه من الضروري شد النسيج عقب معالجته بمحلول ماءات الصوديوم إلى عرضه الأصلي، فمثلاً ينكمش النسيج بعمليات التحضير الأولية بمعدل ٩%، وبمعالجته بماءات الصوديوم يصل انكماشه حتى ٢٤% .

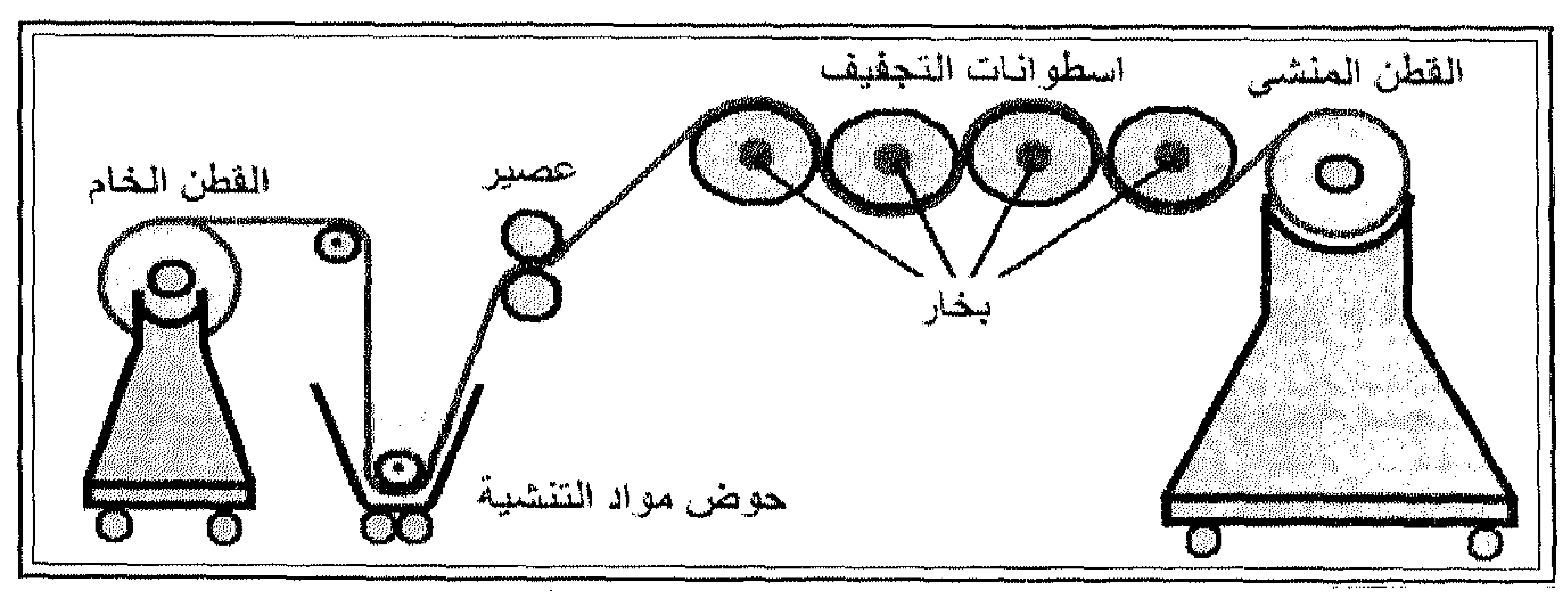
وتطبق حالياً عمليات مرسرة برفع درجات الحرارة حتى ٣٠°م وبالطرق

المستمرة لينتج عنها سيليلوزاً أعلى ألفةً للأصبغة دون الوصول لدرجة اللمعان التي نحصل عليها بشروط الحرارة الباردة، ونرى في الشكل ٩٦ وحدة مرسرة غزول قطنية:



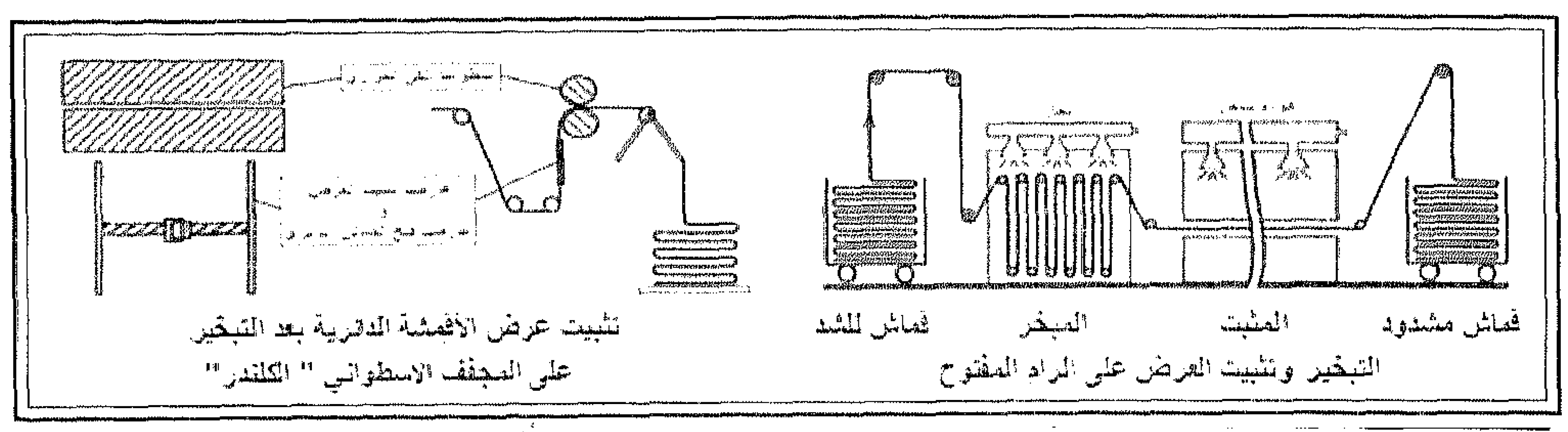
الشكل ٩٦ : وحدة مرسرة الألياف القطنية

١-٣- التنشية: تهدف عملية التنشية أو طلي الألياف بالنشاء أو بدائله ومشتقاته لرفع المقاومة الميكانيكية ولعدم التنسيل الذي قد يحدث أثناء عمليات النسج والحياكة، ونرى في الشكل ٩٧ مخططاً لآلة التنشية التي تتم العملية فيها بإمرار الألياف السيليلوزية على حوض يحوي مادة التنشية ومن ثم عصره بين اسطوانتين ضاغطتين ليصل إلى مجموعة من الاسطوانات المعدنية المسخنة بالبخار، وتتم عملية التنشية عادة بعد عملية التسدية:



الشكل ٩٧: وحدة التنشية

١-٤- الشد: تؤدي إجهادات الشد المطبقة على الأقمشة أثناء العمليات الصباغية لازدياد طول القماش على حساب عرضه، لذا فإننا نعمد لترطيبه وشده لاستعادة عرضه الأصلي، وتتم عمليات الترطيب إما بالمبخرات أو بمرذذات الماء، فبعد ترطيب القماش المفتوح نعمد لتجفيفه وتثبيت عرضه على الرام، أما الأقمشة الدائرية " التريكو" فنعمد لتثبيتها على اسطواناتٍ بعد مرورها من خلال عارضتين يمكننا التحكم بالمسافة بينهما " الكلندر"، ونرى في الشكل ٩٨ مخططاً لمثل هذه الوحدة:



الشكل ٩٨: تثبيت القماش على الرامين المفتوح أو الاسطواني

١-٥- الصقل: تعطي عملية صقل الأقمشة عبر ضغطها حرارياً باسطوانات مسخنة في جوٍ من البخار مظهراً ورونقاً جذابين، وتتم صناعة الاسطوانات عادةً من مجموعةٍ من المواد، كأن يتم صنعها من معدنٍ غير قابل للصدأ أو من قماشٍ قطني، ومن المفيد تعزيز عملية الضغط الحراري بمعالجة الأقمشة بتنشيتها أو بمعالجتها ببعض الراتنجات الصنعية مثل بولي فينيل أسيتات " الغراء الأبيض "، وتتم عملية الصقل عادة بتبخير القماش المراد صقله أولاً ليدخل بين اسطوانتين وتحت ضغطٍ مناسب ما يرفع من نعومة سطحه واختفاء الشعيرات أو الوبر إلى عمق القماش.

١-٦- التكشيش: تتعرض الأقمشة القطنية عموماً بعد تحضيرها النهائي لبعض الكشش بسبب شدها بشيءٍ من الزيادة عن أصلها لضمانِ عمليةٍ كيٍ صحيحة، وتتم عملية التكشيش بتبخير القماش في مبخرٍ ومن ثم ضغطه وتسخينه باسطواناتٍ خاصة ليصار إلى تجفيفه تثبيتاً لعرضه من جديد دون أي إجهاد شد بتحضيره على الرام، ويمكننا تطبيق عملية التكشيش على

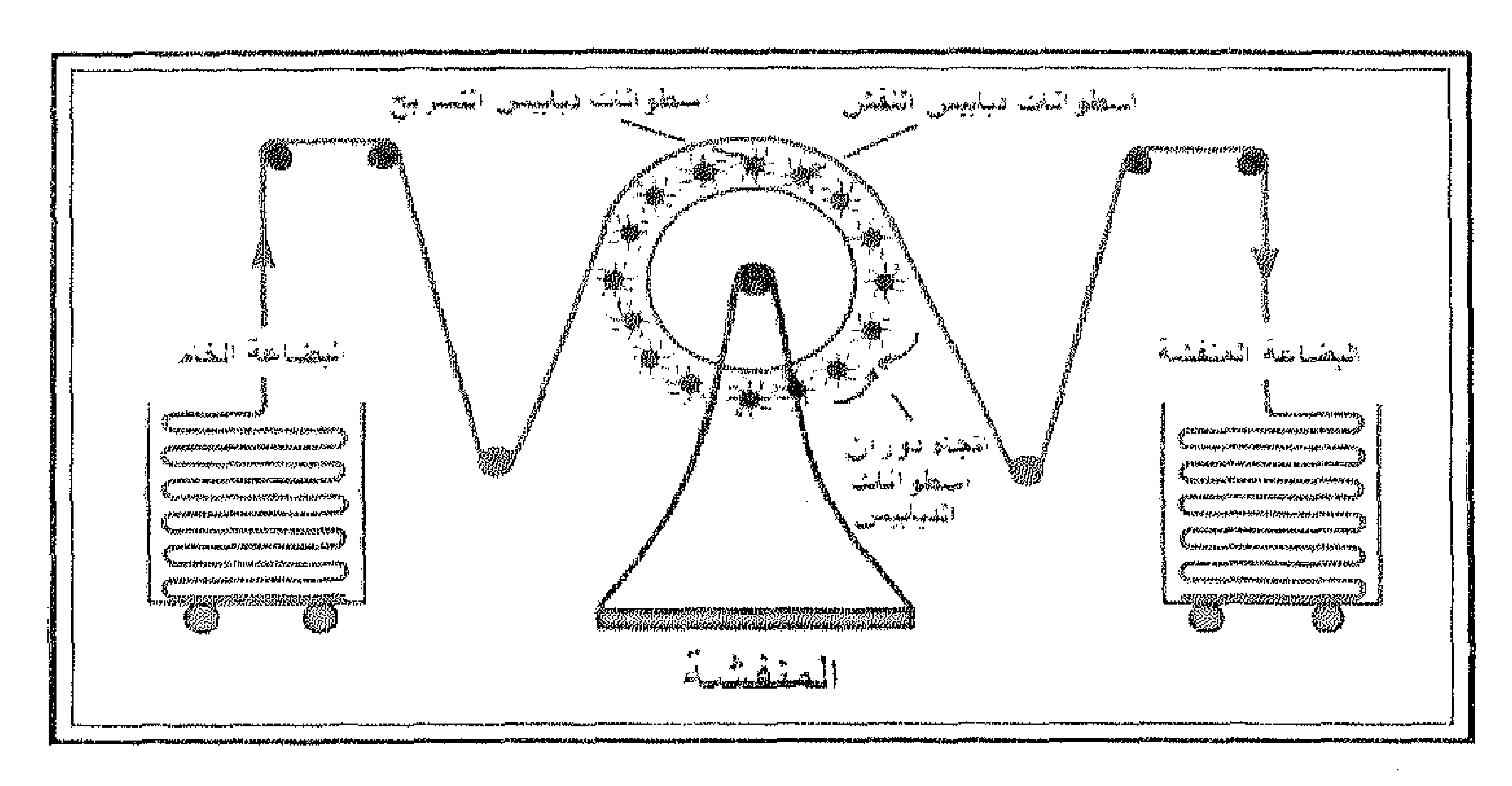
القطن أو مزائجه من الخيوط الأخرى، في حين أنها لا تفيدنا مع الخيوط الصنعية حتى ولو كان أساسها السيليلوز مثل خيوط الأسيتات والنحاس النشادرية أو الفيسكوز.

٢- العمليات الخاصة بالألياف والأقمشة الصوفية: تتم عملية تصنيع الصوف على شكل ألياف مغزولة وممشطة أو ممزوجة مع أليافٍ وخيوطٍ أخرى، ويتم الاعتماد على الألياف الممشطة للحصول على منتجاتٍ ناعمة وذات رونقٍ مميز مثل الجوخ الذي يتم تحضيره بمزج الصوف الممشط مع البولي استر، في حين أننا نعتمد على الغزول غير الممشطة للحصول على منتجاتٍ خشنة ما يستوجب بعض العمليات اللاحقة للوصول إلى الغرض المراد منها، كما هو حال القبعات العسكرية أو المنتجات التي قد تحتاج لعملية حلاقة أو نفش مثل الحرامات الصوفية التي نبتغي من تنفيشها زيادة حجمها ما يجعلها أكثر عزلاً وبالتالي أكثر دفئاً.

٢-١- <u>التنظيف</u>: وتتم بمعالجة الألياف الصوفية بالماء الحار بلف الصوف المحاك والمصبوغ على بكراتٍ خاصة للتخلص من جميع الملوثات والشوائب المرافقة وبالتالي تنظيفه وتشذيبه ما يجعله ناعماً وخالٍ من الأوبار والتجعدات التي قد تحصل إثر العمليات السابقة، ومن أهم المنتجات التي تتعرض لهذه العملية نجد السيرجيه والغبردين والتروبيكال.

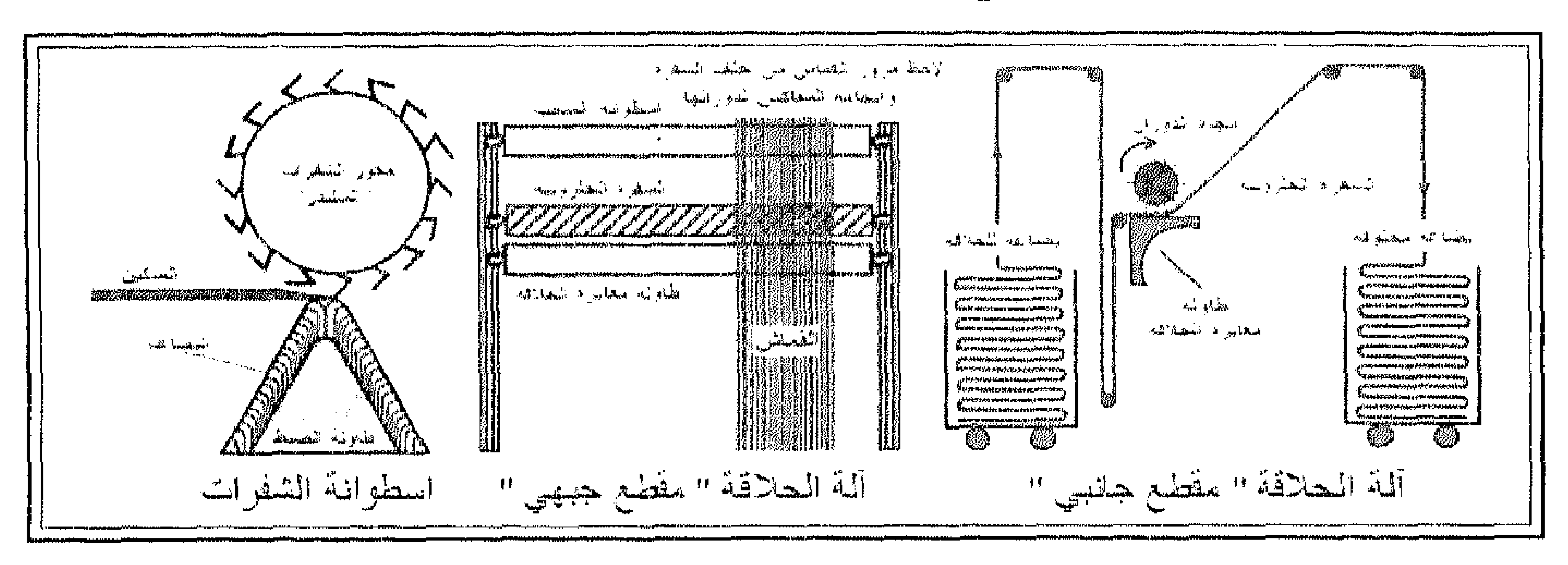
٢-٢- <u>التلبيد</u>: وتتم بتشريب الصوف ببعض المواد الفعالة المنظفة ومن ثم المعالجة الميكانيكية لإعطاءه الملمس الناعم بتقلص طوله وعرضه ما يرفع من جودته ورونقه.

٢-٣- <u>التوبير" التنفيش"</u>: تتم عملية التوبير بسحب شعيرات البضائع المراد نفشها عبر اسطوانات من الدبابيس تتناوب مع اسطوانات أخرى بدبابيس وتدور باتجاه معاكس بحيث يمكننا تأمين عمليتين متواليتين: نفش فتسريح، وتفيدنا هذه العملية كثيراً في دعم قدرة الصوف على الاحتفاظ بالحرارة والملمس الناعم، ونرى في الشكل ٩٩ مخططاً مبسطاً للمنافش :



الشكل ٩٩: مخطط مبسط للمنفشة

٢-٤- الحلاقة: تجري هذه العملية بإمرار القماش المحبوك بين شفرة دوارة على شكل لولب أرخميدس ومثبتة على حاملين وسكين مثبتة باتجاهٍ معاكس واسطوانة تسحب القماش من الشفرة كما يبين الشكل ١٠٠، وتمنح عملية الحلاقة للقماش ملمسه المخملي ورونقه الجذاب :



الشكل ١٠٠: آلة الحلاقة

٣- التثبيت الحراري للخيوط الصنعية والتركيبية: يتم إنتاج الخيوط الصنعية والتركيبية عالمياً بكميات ضخمةٍ جداً، ويستلزم التعامل معها مجموعة من عمليات التحضير والتي من أهمها عملية التثبيت الحراري، والتي تتم برفع درجة حرارة البضاعة لرفع معدلات لدونة الخيوط ما يساعدنا على تثبيتها وبالتالي المحافظة على الطول والعرض المرقومان بشروط حرارة التثبيت، وتتعرض هذه الخيوط عموماً لمعالجتين حراريتين: الأولى بعد عمليات الغسيل أو التحضير الأولي وقبل الصباغة، والثانية بعد إنهاء الحمام الصباغي والبدء بعمليات التجهيز النهائية.

وتتم عملية التثبيت الحراري عموماً بتقنيتين اثنتين: الأولى بالتبخير عند درجات حرارة وضغطٍ ملائمين، وثانيهما على الحرارة الجافة في الرام، ومن المهم أن نلاحظ هنا أن درجة الحرارة تتناسب عكساً مع الزمن أي أنه كلما رفعنا درجة الحرارة أكثر لزمنا زمناً أقصر، بشرط عدم تجاوزنا لدرجة حرارة حدية لكل نوعٍ من أنواع الخيوط.

المصطلحات العلمية بحسب ترتيب الأبجدية الانكليزية	
Absorption band	عصبة امتصاص
Accelerate	يُسَرع ، يُعَجل
Accurate	دقيق ، مضبوط
Acid dyes	أصبغة حمضية
Action	فعل ، تأثير
Activity	فعالية
Adsorption	امتزاز
Adsorption isotherm	امتزاز متساوي الدرجة
Affinity	ألفة
After - treatment	معالجة متأخرة
Aggregation	تجمع أو تكتل
Agitation	تحريك أو الإثارة بالتحريك
Alicyclic	دهني حلقي
Alteration	تغيير
Alternative	بديل " أحد الأمرين المخير بينهما " ، خياري
Amorphous	عديم الشكل " لا بلوري "
Amphoteric	مذبذب " حمضي أو قلوي بحسب طبيعة الوسط "
Amorphous	عديم الشكل أو لا بلوري
Amplifier	مكبر
Anion	شاردة سالبة أو شرسبة
Anti - crease finishes	تجهيز ضد التجعد
Anti - felt finishes	تجهيز ضد التلبد
Appearance	هيئة ، مظهر خارجي
Apparatus	جهاز
Application	تطبيق
Approximation	تقدير تقريبي أو تقريب
Aqueous	مائي
Attificial	صنعي
Aromatic	عطري
Ash	رماد
Assessement	تقييم
Assistant	مساعد
Atactic	غير متماثل التركيب
Autoclave	مِحَم " صاد موصد "
Auxiliary	مساعد ، ملحق
Auxochrome	زمرة مساعدة لتعزيز اللون في الجزيء الصباغي
Available	مُتاح ، مُيَسَر

Back reaction	تفاعل عكسي
Base	أساس
Bath	حمام " حوض صباغة أو معالجة "
Baume degree	درجة بوميه
Binder	رابط " لاصق لحبيبات بيغمنتات الطباعة مثلاً "
Bleaching	تبييض أو قصر
Bleeding	اختلاط الألوان عند الغسيل " الحلل "
Blend	يخلط أو يمزج
Balance	ميزان
Base	قاعدة ، أساس
Block	كتلة
Block to	يطوق
Blueish : B.	يزرق : ميل اللون باتجاه الأزرق
Boiling point	درجة الغليان
Both	معاً ، على حدٍ سواء
Branched chain	سلسلة متفرعة
Brightnesse colours	ساطع أو زاه
Brine	محلول ملحي
Broken degumming liquor	حمام إزالة الصمغ
Buffer	موقي
Buffer solution	محلول موقي " حمض أو أساس ضعيفين مع ملح لهما "
Build up	تراكم الصباغ " عملية بناء اللون "
Carrier	حامل
Cation	شاردة موجبة أو شرجبة
Caustic : Caustic soda	كاوٍ : صودا كاوية
Chain	سلسلة
Chain reaction	تفاعل متسلسل
Characteristic	مُمَيز ، ميزة ، خاصية
Chromogene	كروموجين
Chromophore	كروموفور : حامل اللون
Class : Classification	صف أو نوع : تصنيف
Cloth	قماش ، نسيج ، ملبوسات
Caoagulation	تخثر
Coefficient	مُعَامِل
Colloid	غروي أو غرواني
Colourless	عديم اللون
Combination	اتحاد ، تركيب ، توليف
Common salt	ملح الطعام

Comparison	مقارنة
Complementary colours	تكامل الألوان
Complex	مُعَقَد
Compound : composition	مُرَكَب : تركيب
Concentration	تركيز
Condition	شروط ، ظروف
Cone	كون ، لَفَافِة خيط
Configuration	تشكيل
Conformity	انسجام ، توافق
Conjugation	ترافق
Constitution	بنية ، تكوين ، قوام
Contamination	تلوث
Content	محتوى
Continuous	مستمر
Continuous dyeing processes	طرق الصباغة المستمرة
Cool	يبرد
Copolymer	بولي مير " كثير حدود " أو متماثر مختلط
Corrosion	تآكل ، نخر
Cortex	القشرة
Coton linters	زغب القطن
Chroma	الإشباع
Cross – recovery	مقاومة التجعد
Cross – link	روابط عرضية
Crystallization	بَلْوَرة أو تبلور
Coupling	ازدواج أو تزاوج
Constant	ثابت
Crease	تكسير
Crease marks	خطوط أو علامات التكسير
Curve	منحني بياني
Cyclic	حلقي
Damage	تخرب
Darker : D.	يسود أو يغمق " أغمق "
Data	معطيات
Deaerating agent	عامل طارد للهواء
Decolorization	إزالة اللون
Decomposition : Decompose	تفكك : يتفكك ، يتحلل
Decrease	ينقص
Deep	غامق أو داكن

Defoamers agent	عامل مضاد للرغوة
Degreasing agent	مزيل زيوت أو شحوم
Degree	درجة ، مدى
Demineralized water	ماء منزوع الشوارد المعدنية
Depolymerization	زوال البلمرة " زوال التماثر "
Derivative	مشتق
Description	نوع ، وصف
Desizing	إزالة النشاء
Desorption	عكس الامتزاز
Destructive	إتلاف
Detergent	منظف
Determine	يُحَدِد ، يُقدِر ، يُعَين
Developer : development	مُظهِر : تظهير
Developing bath	حمام التظهير
Diagram	رسم تخطيطي ، شكل
Dielectric constant	ثابت العزل الكهربائي
Diffusion	انتشار
Dilution	تمديد ، تخفيف
Dimerization	الازدواجية
Direct dyes	أصبغة مباشرة
Discontinuous	غير مستمر ، متقطع
Dischargeabillity	قابلية القلع أو قابلية إزالة اللون
Dispersion	تبعثر أو تشتت
Dispersing agent	عامل مُبعثِر أو مُشتِت
Dissociation	انحلال ، تفكك
Distillation	تقطير
Dry	جاف
Dull	باهت أو كامد
Dusting	غبار
Dyebath	حمام الصباغة
Dyehouse	مصبغة
Earth	أرضي ، ترابي
Effect : Efficiency	مفعول ، تأثير : فعالية ، كفاية
Efflorescence : Effloresce	تزهر : يتزهر ، يتفتت بفقد ماء التبلور
Effusion	تدفق
Elasticity	مرونة
Electrolysis	تحلل كهربائي
Electrolyte	كهرليت " الأملاح المتشردة في المحلول "

Elimination : Eliminate	إزالة ، طرح : يزيل أو يتخلص من
Effect of metals	تأثير الشوارد المعدنية
Emulsion	استحلاب
Energy	طاقة
Energy level	مستوى الطاقة
Enhance	يُعزز ، يُزين ، يُجَمِل
Equation	معادلة
Equipments	تجهيزات
Error	خطأ
Ester	استر
Esterifcation	استرة
Evaluation	تثمين ، تقدير ، تقييم
Evaporation	تبخير ، تصعيد
Exact	دقيق ، مضبوط
Exchange	تبادل
Exhaustion	استنفاذ أو استهلاك
Experiment	يختبر ، يجري تجربة
Extraction	استخلاص
Fabric	نسيج ، قماش ، مصنوعات
Facility	يسر ، سهولة
Fastness	الثباتية
Fastness to perspiration	الثباتية للتعرق
Fatty	دسم
Fet , Fatty	تلبيد
Fermentation	تخمير
Fiber	ليف ، شعيرة
Fiber glass	ليف زجاجي
Field	حقل
Fiament	شعيرات مستمرة
Fillers	مواد مالئة
Film	غشاء ، طبقة رقيقة
Fine	ناعم ، دقيق
Fire proofin	مضاد للحريق
Fire resistant finishes	التجهيز أو الإنهاء المقاوم للحريق
Fixation	تثبيت
Flake	قشر
Flame	لهب
Flame proof	تجهيز ضد اللهب

Flannelette	قماش قطني منفش
Flat	منبسط
Flocculent	صوفاني أو شبيه بالصوف ، مزغب هلامي
Flow	انسياب ، جريان
Fluidity	سيولة
Fluorescence	فلورية ، ألق
Foam	رغوة أو زبد
Fold	طية ، ثنية
Formation : Formula	تكوين : صيغة
Friction	احتكاك
Furnace	فرن
Gas	غاز
Gaz fading	انبهات الألوان بالغاز
Good	جيد ، سلع أو بضائع ، حقيقي
Granular	حبيبي ، محبب
Greenish : G.	يخضر ، مخضر " مائل للخضرة "
Ground : Grind	مطحون : يطحن
Group	زمرة أو مجموعة
Handle	ملمس
Hanks	شلل
Hardness	قساوة ، عسرة
Harsh	خشن
Heavy	ثقيل
Heterocyclic	حلقي غير متجانس
Heterogenous process	عملية غير متجانسة
High	عالي
Homogemeous	متجانس
Hot pressing	الإجهاد أو الضغط بالحرارة " الكبس الحراري "
Hydration	إماهة
Hydrogenation	هدرجة
Hydrophilic	ماص أو شره للماء
Hydrophobic	كاره أو دفوع للماء
Hygroscopic	ماص وحافظ للرطوبة " شره للماء "
Immature	خام ، غير ناضج
Immersion	غمر
Impurity : Impure	شائبة : مشوب أو غير نقي
Immiscible	غير ممزوج
Indicator Device	جهاز بيان

Indigo	صباغ النيلة
Information	معلومات
Inhibitor	مثبط أو كابح
Initiator	مبادر
Insulation	عزل
In situ reaction	تفاعل بالمكان الأصلي
Intensity	الشدة
Interfaces	حدود الفصل بين سطحين : سطح تماس الطبقتين
Intermediate	متوسط
Inter molecular forces	قوى ما بين الجزيئات
Ionic links	الرباط الشاردي
Irregular	شاذ ، غير منتظم
Isoelectric point	نقطة تساوي الكهربائية
Isomer	مماكب
I.U.P.A.C	الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية
Izotactic	متماثل التركيب
Jet	مِنفَث ، نافورة " قاذف خاص لبعض آلات الصباغة "
Kind	نوع ، صنف
Kinetic energy	طاقة حركية
Layer	طبقة
Leaching : Leach	غسل ، تصويل : يستخلص بالغسل
Leuco compound	مركبات الليكو المُرجَعة " عديمة اللون "
Level – dyeing	صباغة عالية التسوية
Levelling agent	عامل تسوية
Liberation	تحرير
Light	ضوء ، ساطع ، خفيف
Light fading	انبهات اللون بالضوء
Light fastness	الثباتية تجاه الضوء
Light Source	مصدر ضوئي
Limitation	تحديد ، تقييد
Linen	كتان
Linseed	بذر الكتان
Liqour ratio	نسبة الماء للقماش في حمام الصباغة
Low	منخفض
Lumen	لب
Luminance	الإضاءة
Lubricants	مزلقات
Lustrous	التلميع بالصقل

Lyophylic	جذوب للسوائل
Lyophobic	دفوع للسوائل
Manual	يدوي
Mark	رمز ، علامة ، إشارة ، خط
Mature	ناضج ، تام النمو
Medium shade	لون متوسط
Membrane	غشاء
Mercerization	تحرير أو مرسرة أو تلميع القطن
Metal	معدن
Microfibrils	ألياف مجهرية
Migration	هجرة
Mildew	فطور العفن
Milling	تلبيد
Miscible	قابل للمزج
Modification	تعديل ، تحوير ، تغيير
Moisture	رطوبة
Molecularly dispered acid dyes	الأصبغة الحمضية المعلقة الجزيئات
Monochromatic	لون وحيد طول الموجة
Monomer	وحيد حد أو مونومير " جزيء قابل للبلمرة "
Mordant dyes	أصبغة مرسخة
Multiplication	تضاعف
Musty	عفن
Neutral	حيادية ، معتدلة " لاحمضية ولا قلوية " ، طبيعية
Node	عقدة
Non – swelling finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانتفاخ
Non – iron finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الكي " للاستغناء عن عملية الكي "
Normality : Normal	عيارية " قيمة التركيز العيارية " : عادي ، عياري
Odour : Odourless	رائحة : عديم الرائحة
Oil : Oily	زيت : زيتي القوام
Oligomers	سلسلة تماثرية " بوليميرية " غير مكتملة النمو
Opaque	غير شفاف
Operation	تشغيل ، عملية
Optimum	أمثل ، مثلى
Ore	خام
Orientation	توجيه
Oscillate	يتذبذب
Outstanding	معلق ، بارز ، رائع
Packing	تحزيم أو ترزيم

Padding method	طريقة الباد " العصر بالاسطوانات "
Pale shade	ظل فاتح أو ألوان فاتحة
Paste	معجون ، عجينة
Penetration	اختراق
Permanency	دوام أو استمرار
Perspiration	تعرق
pH: pH value	الباهاء : الأس أو الرقم الهيدروجيني
Photocell	خلية ضوئية
Pick-up	حمولة " النسبة حمولة النسيج من السائل بعد الفولارد % "
Pigment	خضاب ، صباغ " مادة ملونة غير حلولة بالماء "
Plasticity	لدونة
Pollution	تلوث ، تلويث
Polyacrylonitrles	متعدد الاكريلونتريل
Polyamides	متعدد الأميد
Polyesters	متعدد الاستر
Polyfunctional groups	مجموعات متعددة الفعالية
Polymer	كثير حدود أو متماثر " تماثر: تماثلٍ في التركيب "
Precipitate	راسب
Pretreatment	معالجة أو تحضير أولي
Prevent	يمنع ، يحول دون ، يعوق
Printing	طباعة
Product	منتج
Pores	مسامات
Pourable	سهل السكب
Powerful	قوي ، جبار ، ضخم
Prevention : Prevent	مَنع : يمنع
Purification : Pure	تنقية ، تصفية : نقي ، خالص ، صرف
Pyrolysis	تحلل حراري
Quality	نوعية ، جودة ، خاصية
Radical polymerization	بلمرة جذرية أو تماثر جذري
Range	مجال ، طبقة ، صنف ، صف ، رتبة
Rapid	سريع
Radical	جذر
Rate	سرعة ، معدل ، درجة
Ratio	نسبة ، تناسب ، معدل
Rating	تصنيف ، تثمين ، تقدير
Rayon	حرير صناعي " شاب : ذو الألياف المقطعة والمغزولة "
Reaction	تفاعل

Reactive dyes	أصبغة فعالة
Real	حقيقي
Recipe	وصفة ، طريقة عمل
Reddish : R.	يحمر ، محمر " مائل للحمرة "
Redox	أكسدة - إرجاع
Reduction	إرجاع
Reflatance curve	منحنيات انعكاس
Refractometer	مقياس الانكسار
Refinement : Refine	تنقية ، تصفية : ينقي ، يصفي
Refrigeration	تبريد
Regenerated Cellulose	سيليلوز مجدد
Regulation	تصليح أو تنظيم
Relative	نسبي
Release	يحرر
Remain	بقايا
Removal : Remove	إزالة ، نزع : يزيل
Replacement	استبدال
Reproducibillity	الممكن إعادة انتاجه
Reproduction	تناسخ أو نسخة طبق الأصل
Residues	رواسب ، بواقي ، مخلفات
Resin	راتنج صنعي
Resonance	طنين
Restricting	يقيد أو يحصر
Retardation : Retarder	إعاقة ، تأخير ، كبح : مؤخر
Rinsed	مشطوف
Roll	رول أو لفافة
Rubberize	الإكساء بالمطاط
Rubbing fastness	الثباتية للاحتكاك
Saliva	لعاب
Salt linkage	روابط ملحية
Sample	عينة ، مسطرة
Saponification	تصبن
Saturated	مشبع
Scarlet	قرمزي أو أحمر ناري
Scattering	بعثر أو تبعثر
Scheme	مخطط ، رسم بياني ، برنامج ، خطة
Scoured	تنظيف ، غلي
Screen	منخل ، مرشح ، شاشة

Sedimentation : Sediment	ترسب : رسابة " رواسب "
Seed	بذرة
Selvage	حاشية
Semi-	نصف ، شبه ، جزئي
Sensitivity	حساسية
Separation : Separate	فصل ، فرز : يفرز ، يفصل
Sequestering agent	عامل عزل " عامل لعزل الشوارد المسببة للقساوة "
Setting	تثبيت
Shading	تظليل ، تعديل اللون
Shelating agent	عامل مخلبي " عامل تحلية مثل الـ : EDTA "
Shift	انزياح
Shrink	انكماش " كشش "
Shrink proof finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Singeing	إزالة الزغب بالحرق
Skein (hank)	شلة خيوط
Sieve	منخل ، مصفاة
Silk	حرير طبيعي
Similar : Similarity	مشابه : تشابه
Slag	خبث
Sludge	رواسب " طين " ، حمأة
Slurry polymerization	بلمرة جبلية
Soaking	نقع
Soap	صابون
Softening : Soft water	تطرية أو تليين : ماء يسر
Solvent	محل ، مذيب
Solution	محلول
Sorption	امتصاص ، امتزاز
Spectrophotometer	مطياف ضوئي
Spectrum	طيف
Spin	ليف ، يغزل
Spinneret	مغزل
Spinning	غزل
Spot	بقعة
Spreading	انتشار
Sprinkle	ينشر، يرش ، ينقط
Squeeze	يعصر
Stabilization : Stabile	تثبيت ، ترسيخ : ثابت ، غير قابل للانحلال
Staining	تبقيع

Standard dyeing	صباغة نظامية أو معيارية
Standing waves	أمواج مستقرة
Stabilizer	مثبت
Staple fiber	ليف خام ، شعيرات متقطعة
Starch	نشاء
State	حالة
Steem setting	تثبيت بخاري ، تثبيت بالبخار
Steam traps	مصائد بخار
Stock	مخزون
Storage	مخزن ، مخزون ، خزن
Stretching	سحب ، اطالة
Strong	قوي ، ضخم ، هام ، مُرَكَز
Stripped	تعرية ، إزالة
Structure	بنية ، تركيب ، بناء
sublimation	تسامي أو تصعد : ثباتية على الحرارة الجافة " الرام "
Substance	مادة
Substrate	المادة الأولية المراد معالجتها
Substantive dye	صباغ مباشر لا يحتاج لمرشح
Substitution	تبادل
Suitable	مناسب
Surface active assistant	مواد مساعدة فعالة سطحياً
Suspension	محلول معلق
Sweetening	تحلية
Swelling	انتفاخ
Synchronous	متزامن ، متواقت
Syndiotactic	متناوب الترتيب
Synthetic fibers	خيوط صنعية أو ألياف تركيبية
Telomerization	تماثر موجه " بلمرة موجهة "
Tensil strength	قوة الشد
Termination	إنهاء ، انتهاء
Textile	نسيج
Thermorelaxation	الاسترخاء بتأثير الحرارة
Ter polymers	متماثرات تقابلية " بولي ميرات "
Thickening	تثخين ، تغليظ
Tincture	صبغ ، لون ، صبغة
Tint	لون ضعيف " فاتح " : درجة لونية " تغبير "
Titration	معايرة
Toxic	سام

Transparent	شفاف
Treatment	معالجة أو علاج
Triazo	ثلاثية الأزو
Triclinic	ثلاثي الميل
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Unicellular	أحادي الخلية
Unripe	غير ناضج
Unshrinkable	عديم الانكماش
Unshrinkable finishes	تجهيز أو إنهاء ضد الانكماش
Use	استعمال أو استخدام
Valency	تكافؤ
Vapour	بخار
Vat	ڤات " حوض "
Vat dyes	أصبغة أحواض
Vibration	اهتزاز
Viscosity	لزوجة
Visibel	مرئي
Volatility	القابلية للتطاير
Ware	منتجات
Warming : Warm	تسخين : دافئ أو حار نوعاً ما
Warp	سداة ، سداء
Wash fastness	ثباتية للغسيل
Wash - off	غسيل نهائي
Waste	فضلات أو نفايات
Water proof finishes	تجهيز أو إنهاء مقاوم للماء
Water repellent	لا بلول " مقاوم لاختراق الماء "
Weakern : W.	يضعف : أضعف أو أخف
Weave	ينسج
Wet fastness	ثباتية للبلل
Wetting agent	عامل مبلل
Wide	عريض أو واسع
Wool	صوف
Yarn	غزل ، خيط
Yellewish : W.	يصفر ، مصفر " مائل للصفرة "
Zeta potential	كمون زيتا أو كمون الكهربية الحركية
Zwitterion	الشاردة المذبذبة

مقاطع عرضية لبعض الخيوط التركيبية	
† Orlon 81, 2.5 den. Polyacrylonitril, Chemieseide بولي أكريلو نتريل - مشترك	Nymcrylon 2 den. Polyacrylonitril, Faser بولي أكريلو نتريل - ألياف
Crylor 2,9 den Polyacrylonitril, Chemieseide بولي أكريلو نتريل - مغزول	Courrelle 3 den Polyacrylonitril, Faser بولي أكريلو نتريل- ألياف
Vinylon 3 den. Polyvinylacetal-Faser بولي ڤينيل أسيتال- مستمر	Verel 2 den. Mischpolymerisar-Faser كوبوليمير - ألياف
Rilsan 2.9 den. Chemieside aus Polyamid 11 بولي اميد ١١ : حمض السيباسيك مع هكسا ميتيلين ثنائي الأمين	Perlon 3,3 den Polyamid 6,ChS (ebenso Grilon,Bodanyl usw) برلون من البولي أميد ٦

تراكيز محاليل ماءات الصوديوم وما يعادلها بدرجات البوميه والتواديل عند ٢٠ ْم									
درجة تواديل Tw = (الوزن النوعي – ١) × ٢٠٠ أي أن : الوزن النوعي = ١ + [(درجة تواديل × ٥) ÷ ١٠٠٠]									
الوزن النوعي	درجة بوميه	درجة تواديل	تركيز ماءات الصوديوم		الوزن النوعي	درجة بوميه	درجة تواديل	تركيز ماءات الصوديوم	
			% وزناً	غ/ل				% وزناً	غ/ل
١.٠٠	٠	٠	١٠.٦	١.٠٥	١.٢٩	٣٢.٤	٥٨	٣٤١.٦	٢٦.٤٨
١.٠٥	٦.٧٠	١٠	٤٨.٩	٤.٦٦	١.٣٠	٣٣.٣	٦٠	٣٥٦.٢	٢٧.٤١
١.١٠	١٣.٠	٢٠	١٠١.١	٩.١٩	١.٣١	٣٤.٢	٦٢	٣٧١.١	٢٨.٣٢
١.١٥	١٨.٨	٣٠	١٥٧.٩	١٣.٧٣	١.٣٢	٣٥.٠	٦٤	٣٨٦.٢	٢٩.٢٦
١.١٦	١٩.٨	٣٢	١٦٩.٨	١٤.٦٤	١.٣٣	٣٥.٨	٦٦	٤٠١.٦	٣٠.٢٠
١.١٧	٢٠.٩	٣٤	١٨١.٨	١٥.٥٤	١.٣٤	٣٦.٦	٦٨	٤١٢.٢	٣١.١٤
١.١٨	٢٢.٠	٣٦	١٩٤.٠	١٦.٤٤	١.٣٥	٣٧.٤	٧٠	٤٣٣.٢	٣٢.١٠
١.١٩	٢٣.٠	٣٨	٢٠٦.٤	١٧.٣٥	١.٣٦	٣٨.٢	٧٢	٤٤٩.٦	٣٣.٠٦
١.٢٠	٢٤.٠	٤٠	٢١٩.٠	١٨.٢٦	١.٣٧	٣٩.٠	٧٤	٤٦٦.٠	٣٤.٠٣
١.٢١	٢٥.٠	٤٢	٢٣١.٨	١٩.٦١	١.٣٨	٣٩.٨	٧٦	٤٨٣.٢	٣٥.٠١
١.٢٢	٢٦.٠	٤٤	٢٤٤.٩	٢٠.٠٧	١.٣٩	٤٠.٥	٧٨	٥٠٠.٤	٣٦.٠٠
١.٢٣	٢٩.٦	٤٦	٢٥٨.٠	٢٠.٩٨	١.٤٠	٤١.٢	٨٠	٤١٨.٠	٣٦.٩٩
١.٢٤	٢٧.٩	٤٨	٢٧١.٥	٢١.٩٠	١.٤١	٤٢.٠	٨٢	٥٣٥.٦	٣٧.٩٩
١.٢٥	٢٨.٨	٥٠	٢٨٥.٢	٢٢.٨٢	١.٤٢	٤٢.٧	٨٤	٥٥٣.٦	٣٨.٩٩
١.٢٦	٢٩.٧	٥٢	٢٩٩.٠	٢٣.٢٨	١.٤٣	٤٣.٤	٨٦	٥٧٢.٠	٤٠.٠٠
١.٢٧	٣٠.٦	٥٤	٣١٢.٩	٢٤.٦٥	١.٤٤	٤٤.١	٨٨	٥٩٠.٨	٤١.٠٣
١.٢٨	٣١.٥	٥٦	٣٢٧.١	٢٥.٥٦	١.٤٥	٤٤.٨	٩٠	٦١٠.٠	٤٢.٠٧

ملحق عن درجات البوميه											
درجة البوميه = ١٤٥ – (١٤٥ ÷ الكثافة) عند ٤-٢٠ ْم											
بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة	بوميه	الكثافة
٠	٠.٩٩٩١	١١	١.٠٨٢	٢٢	١.١٧٩	٣٣	١.٢٩٥	٤٤	١.٤٣٧	٥٥	١.٦١٥
١	١.٠٠٦	١٢	١.٠٩٠	٢٣	١.١٨٩	٣٤	١.٣٠٧	٤٥	١.٤٥٢	٥٦	١.٦٣٣
٢	١.٠١٣	١٣	١.٠٩٨	٢٤	١.١٩٩	٣٥	١٣١٩	٤٦	١.٤٦٧	٥٧	١.٦٥٢
٣	١.٠٢٠	١٤	١.١٠٦	٢٥	١.٢٠٩	٣٦	١.٣٣١	٤٧	١.٤٨٢	٥٨	١.٦٧١
٤	١.٠٢٨	١٥	١.١١٥	٢٦	١.٢١٩	٣٧	١.٣٤٤	٤٨	١.٤٩٧	٥٩	١.٦٩٠
٥	١.٠٣٥	١٦	١.١٢٤	٢٧	١.٢٢٩	٣٨	١.٣٥٦	٤٩	١.٥١٣	٦٠	١.٧١٠
٦	١.٠٤٢	١٧	١.١٣٣	٢٨	١.٢٤٠	٣٩	١.٣٦٩	٥٠	١.٥٢٩	٦١	١.٧٣١
٧	١.٠٥٠	١٨	١.١٤٢	٢٩	١.٢٥٠	٤٠	١.٣٨٢	٥١	١.٥٤٥	٦٢	١.٧٥٢
٨	١.٠٥٨	١٩	١.١٥١	٣٠	١.٢٦١	٤١	١.٣٩٦	٥٢	١.٥٦٢	٦٣	١.٧٧٣
٩	١.٠٦٦	٢٠	١.١٦٠	٣١	١.٢٧٣	٤٢	١.٤٠٩	٥٣	١.٥٧٩	٦٤	١.٧٩٥
١٠	١.٠٧٤	٢١	١.١٦٩	٣٢	١.٢٨٤	٤٣	١.٤٢٣	٥٤	١.٥٩٧	٦٥	١.٨١٨

قيم المحتوى المئوي من ماءات الصوديوم على أساس الوزن الجزيئي ١٠.٠١ مقرونة بكثافته											
درجة البوميه = ١٤٥ - (١٤٥ ÷ الكثافة) عند ٤-٢٠°م											
الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH	الكثافة	NaOH
١.٠٠	٠.١٥٩	١.٠٩	٨.٢٨٠	١.١٨	١٦.٤٤	١.٢٧	٢٤.٦٤٥	١.٣٦	٣٣.٠٦	١.٤٥	٤٢.٠٧
١.٠١	١.٠٤٥	١.١٠	٩.١٩٠	١.١٩	١٧.٣٤٥	١.٢٨	٢٥.٥٦٠	١.٣٧	٣٤.٠٣	١.٤٦	٤٣.١٢
١.٠٢	١.٩٤٠	١.١١	١٠.١٠	١.٢٠	١٨.٢٥٥	١.٢٩	٢٦.٤٨٠	١.٣٨	٣٥.٠١	١.٤٧	٤٤.١٧
١.٠٣	٢.٨٤٠	١.١٢	١١.٠١	١.٢١	١٩.١٦٠	١.٣٠	٢٧.٤١٠	١.٣٩	٣٦.٠٠	١.٤٨	٤٥.٢٢
١.٠٤	٣.٧٤٥	١.١٣	١١.٩٢	١.٢٢	٢٠.٠٧٠	١.٣١	٢٨.٣٣٠	١.٤٠	٣٣.٩٩	١.٤٩	٤٦.٢٧
١.٠٥	٤.٦٥٥	١.١٤	١٢.٨٣	١.٢٣	٢٠.٩٨٠	١.٣٢	٢٩.٢٦٠	١.٤١	٣٧.٩٩	١.٥٠	٤٧.٣٣
١.٠٦	٥.٥٦٠	١.١٥	١٣.٧٣	١.٢٤	٢١.٩٠٠	١.٣٣	٣٠.٢٠٠	١.٤٢	٣٨.٩٩	١.٥١	٤٨.٣٨
١.٠٧	٦.٤٧٠	١.١٦	١٤.٦٤	١.٢٥	٢٢.٨٢٠	١.٣٤	٣١.١٤٠	١.٤٣	٤٠.٠٠	١.٥٢	٤٩.٤٤
١.٠٨	٧.٣٨٠	١.١٧	١٥.٤٥	١.٢٦	٢٣.٧٣٠	١.٣٥	٣٢.١٠٠	١.٤٤	٤١.٠٣	١.٥٣	٥٠.٥٠

محتوى محلول ملح كبريتات الصوديوم المائية $Na_2SO_4.10H_2O$ واللا مائية Na_2SO_4 بدلالة الوزن النوعي عند ١٩ °م								
الوزن النوعي	% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	% كبريتات الصوديوم		الوزن النوعي	% كبريتات الصوديوم	
	مائي	لا مائي		مائي	لا مائي		مائي	لا مائي
١.٠٠٤٠	١	٠.٤٤١	١.٠٤٣٩	١١	٤.٨٥١	١.٠٤٨٩	٢١	٩.٢٦١
١.٠٠٧٩	٢	٠.٨٨١	١.٠٤٧٩	١٢	٥.٢٩٢	١.٠٨٩٠	٢٢	٩.٧٠٢
١.٠١١٨	٣	١.٣٢٣	١.٠٥٢٠	١٣	٥.٧٣٣	١.٠٩٣١	٢٣	١٠.١٤٣
١.٠١٥٨	٤	١.٧٦٤	١.٠٥٦٠	١٤	٦.١٧٤	١.٠٩٧٣	٢٤	١٠.٥٨٤
١.٠١٩٨	٥	٢.٢٠٥	١.٠٦٠١	١٥	٦.٦١٥	١.١٠١٥	٢٥	١١.٠٢٥
١.٠٢٣٨	٦	٢.٦٤٦	١.٠٦٤٢	١٦	٧.٠٥٦	١.١٠٥٧	٢٦	١١.٤٦٦
١.٠٢٧٨	٧	٣.٠٨٧	١.٠٦٨٣	١٧	٧.٤٩٤	١.١١٠٠	٢٧	١١.٩٠٧
١.٠٣١٨	٨	٣.٥٢٨	١.٠٧٢٥	١٨	٧.٩٣٨	١.١١٤٢	٢٨	١٢.٣٤٨
١.٠٣٥٨	٩	٣.٩٦٩	١.٠٧٦٦	١٩	٨.٣٧٩	١.١١٨٤	٢٩	١٢.٧٨٠
١.٠٣٩٨	١٠	٤.٤١٠	١.٠٨٠٧	٢٠	٨.٨٢٠	١.١٢٢٦	٣٠	١٣.٢٣٠

تراكيز بعض الحموض التجارية			
الحمض	% وزناً	الكثافة " ٤-٢٠°م "	درجة بوميه
حمض الخل	٩٦	١.٠٥٩	٨
حمض كلور الماء	٣٧	١.١٨٤	٢٣
حمض النمل	٨٠-٨٥	١.١٨٦-١.١٩٥	٢٣-٢٤
حمض الآزوت	٦٥	١.٣٩١	٤١
حمض الفوسفور	٩٠	١.٧٤٦	٧٢
حمض الكبريت	١٦	١.١١٠	١٤
حمض الكبريت الدخاني	10	1.08	10.8
بحيث يكون تركيز SO_3	20	1.17	21

محتوى كلور الصوديوم المئوي بدلالة الوزن النوعي					
الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي	الوزن النوعي
١.٠٠٧٢٥	١	١.٠٧٣٣٥	١٠	١.١٤٣١٥	١٩
١.٠١٤٥٠	٢	١.٠٨٠٩٧	١١	١.١٥١٠٧	٢٠
١.٠٢١٧٤	٣	١.٠٨٨٥٩	١٢	١.١٥٩٣١	٢١
١.٠٢٨٩٩	٤	١.٠٩٦٢٢	١٣	١.١٦٧٥٥	٢٢
١.٠٣٦٢٤	٥	١.١٠٣٨٤	١٤	١.١٧٥٨٠	٢٣
١.٠٤٣٦٦	٦	١.١١١٤٦	١٥	١.١٨٤٠٤	٢٤
١.٠٥١٠٨	٧	١.١١٩٣٨	١٦	١.١٩٢٢٨	٢٥
١.٠٥٨٥١	٨	١.١٢٧٣٠	١٧	١.٢٠٠٩٨	٢٦
١.٠٦٥٩٣	٩	١.١٣٥٢٣	١٨	١.٢٠٤٣٣	٢٦.٣٩٥

هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl: M.W: 74.5

عامل قصر للألياف السيليلوزية الطبيعية والمجددة

يتم تداول محاليل التبييض الصوديومي تجارياً عادةً بتراكيز ٢٥ درجة بوميه ، أي ما يعادل ١٥٠-١٦٠ غ/ل كلور فعال ، ومن الضروري الانتباه لضعف ثبات محاليله بما يتطلب منا عدم خزنه مدداً طويلة.

ويتم تحضيره بتفاعل ناشر للحرارة ناشر للحرارة يستوجب تطبيقه الحرص الشديد على التبريد المستمر، ويجري تطبيق التفاعل عادةً بقرقرة ٤٥ كغ من غاز الكلور بدرجة حرارة ٢٠-٢٥°م في ٥٠٠ ليتر من محلول ماءات الصوديوم الحاوي ١٠٠ غ/ل صود كاوي لنحصل على محلول هيبوكلوريت الصوديوم الحاوي ٩٠ غ/ل كلور فعّال و ٥ غ/ل صود كاوي.

معايرة الكلور الفعال

الدرجة الكلورية : عدد ليترات الكلور مقاسة في الشروط النظامية والتي يجب أن يطلقها ليتر واحد أو كيلوغرام واحد من مركب كلوري بوجود حمض كلور الماء.

وبما أن كل شاردة OCl^- تطلق Cl_2 بوجود HCl حسب المعادلة :

$$OCl^- + 2H^+ + Cl^- \longrightarrow Cl_2 + H_2O$$

وبالتالي يجب أن يطلق المحلول النظامي ١١.٢ ليتر كلور ، أي أن درجته الكلورية تساوي ١١.٢.

معايرة هيبو كلوريت الكالسيوم: نحل وزناً معيناً من هيبوكلوريت الكالسيوم في ١٠٠ مل ماء " بالطبع لن يكون المحلول صافياً بل معلقاً لعدم انحلال أكسيد الكالسيوم " ، ويؤخذ حجم معين من المعلق ويضاف له كمية كافية من يود البوتاسيوم الصلب أو المحلول بحيث لا يحصل أي تلون أصفر ، كما يضاف ١٠ مل حمض خل مركز ، ثم نعاير بثيو كبريتات الصوديوم ، ويضاف ١ مل من مطبوخ النشاء قبل نهاية التفاعل أي عندما يبدأ اللون بالاصفرار ، وتنتهي المعايرة بزوال اللون الأزرق نهائياً.

وتجري هذه المعايرة وفق التفاعلين :

$$OCl^{-} + 2\,H^{+} + 2\,I^{-} \rightarrow I_2 + Cl^{-} + H_2O$$

$$I_2 + Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2S_2O_4 + 2\,NaI$$

ونرى في الجدول التالي الدرجة الكلورية لمحلول القصر الصودي بدرجة البوميه عند ١٥ $^{\circ}$م:

الدرجة الكلورية لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بدلالة درجات البوميه					
الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال	الوزن النوعي	درجة بوميه	غ/ل كلور فعال
١.٠٠٣٦	٠.٥	١.٧٧	١.١٠٠	١٣	٦٤.٥٣
١.٠٠٧	١	٥.٣٠	١.١٠٨	١٤	٧٠.٢١
١.٠١٤	٢	٩.٦٠	١.١١٦	١٥	٧٦.٩٤
١.٠٢٢	٣	١٣.٨٣	١.١٢٥	١٦	٨٣.٦٨
١.٠٢٩	٤	١٨.٧٩	١.١٣٤	١٧	٩٠.٧٨
١.٠٣٧	٥	٢٢.٧٠	١.١٤٢	١٨	٩٦.٨٠
١.٠٤٥	٦	٢٨.٧٣	١.١٥٢	١٩	١٠٣.٥٤
١.٠٥٢	٧	٣٢.٦٤	١.١٦٢	٢٠	١١٢.٧٦
١.٠٦٠	٨	٣٧.٩٤	١.١٧٢	٢١	١١٩.٤٩
١.٠٦٧	٩	٤٢.٩٠	١.١٨٠	٢٢	١٢٢.٣٣
١.٠٧٥	١٠	٤٨.٥٧	١.١٩٠	٢٣	١٣٠.١٣
١.٠٨٣	١١	٥٣.٣٤	١.٢٠٠	٢٤	١٣٨.٦٤
١.٠٩١	١٢	٦٠.٢٨	١.٢١٠	٢٥	١٤٨.٢٢

بعض معاملات التحويل الأساسية	
النظام المتري	١ متر = ١٠ ديسي متر = ١٠٠ سنتي متر = ١٠٠ ميلي متر
	١ ليتر = ١٠٠٠ ميليمتر مكعب
	١ طن = ١٠٠٠ كيلو غرام = ١٠٠٠.٠٠٠ غرام
النظام الانكليزي	١ يارد = ٣ قدم = ٠.٩١٤٤ متر
	١ قدم = ١٢ بوصة = ٠.٣٠٤٨ متر
	١ بوصة = ٢.٥٤ سم
	١ غالون = ٤ كوارت = ٨ باينت = ٣٢ غيل = ٤.٥٤٣٦ ليتر
	١ باوند " رطل أو ليبرة " = ١٦ أو نسة = ٤٥٣.٥٩ غرام
	١ طن انكليزي = ٢٢٤٠ باوند = ٢٠ هندردويت
	١ طن أمريكي = ٢٠٠٠ باوند
	١ هندردويت = ١١٢ باوند
	١ أونصة = ٢٨.٣٥ غرام

استخدام الواحدات

تختلف الواحدات المستخدمة لتوصيف الأطوال الموجية بحسب المجال الطيفي على الشكل :

الأنغستروم "$١٠^{-٧}$ مم": يستخدم في مجال أشعة رونتجن وفوق البنفسجي.

الميلي ميكرون "$١٠^{-٦}$ مم" **أو** النانومتر: يستخدم في المجال المرئي وفوق البنفسجي.

الميكرون "$١٠^{-٣}$ **مم**": يستخدم في مجال الأشعة تحت الحمراء.

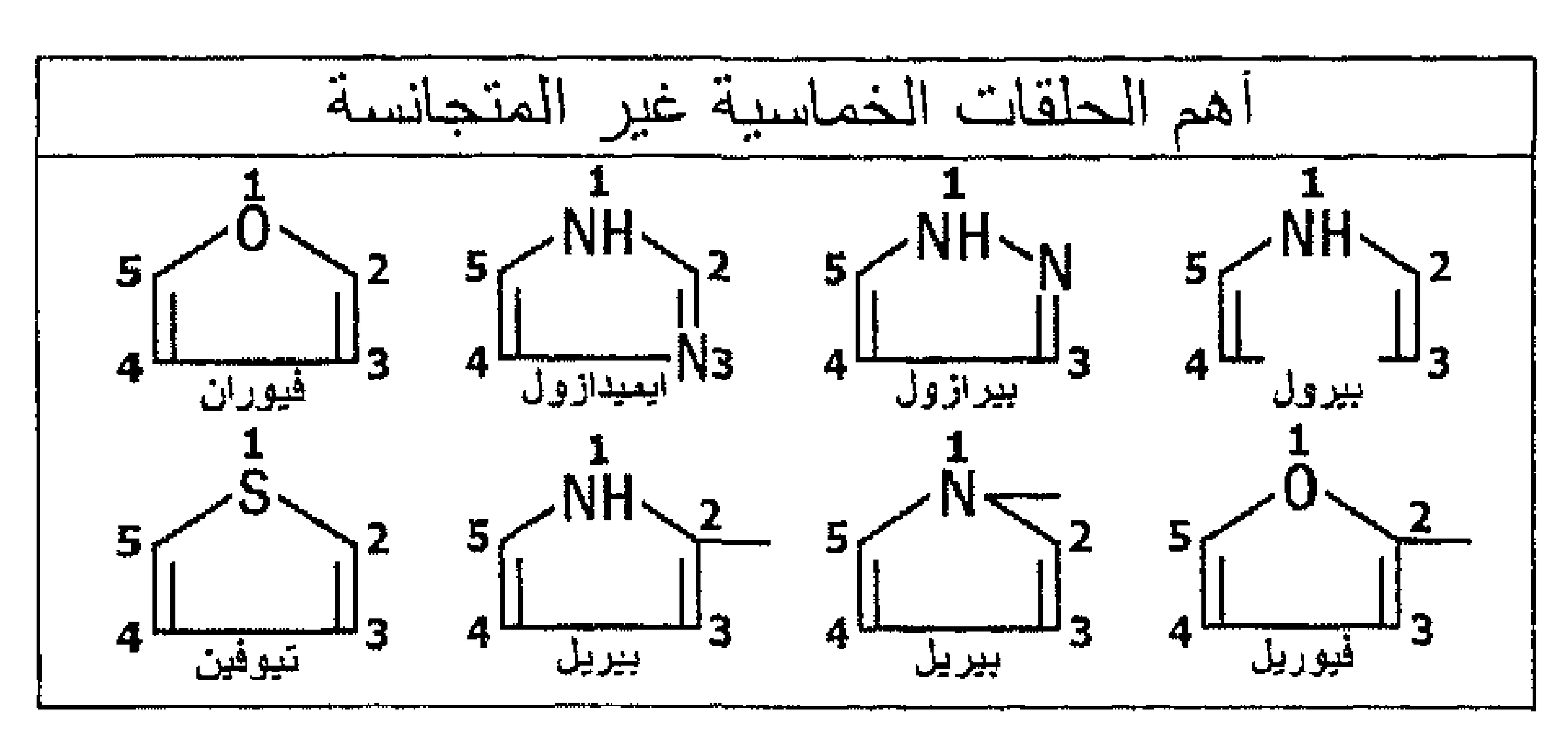
تحويل بعض الواحدات				
المرتبة	الكتابة	الاسم		الرمز
10^{12}	1 000 000 000 000	تيرا	Tera	T
10^{9}	1 000 000 000	غيغا	Gega	G
10^{6}	1 000 000	ميغا	Mega	M
10^{3}	1 000	كيلو	Kilo	K
10^{-3}	0.001	ميللي	Milli	M
10^{-6}	0.00 0001	ميكرو	Micro	µ
10^{-9}	0.00 000 0001	نانو	Nano	N
10^{-12}	0.00 000 000 0001	بيكو	Pico	P

الاسم	الصيغة	الاسم	الصيغة
أهم الجذور الكيماوية أحادية التكافؤ			
ميتيل	CH_3-	بيوتيل ثالثي	$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-$
ايتيل	CH_3-CH_2-		
بروبيل	$CH_3-CH_2-CH_2-$		
ايزو - بروبيل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>CH-$	ايزو - أميل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>CH-CH_2-CH_2-$
بيوتيل	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	أميل	$CH_3-(CH_2)-CH_2-$
ايزو - بيوتيل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>CH-CH_2-$	أميل ثالثي	$CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}-$
بيوتيل ثانوي	$CH_3-CH_2-CH<^{CH_3}$		
أهم الجذور الكيماوية ثنائية التكافؤ			
ميتيلين	$H_2C<$	ايزو بروبيليدين	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>C<$
ايتيليدين	$CH_3-CH<$		
بروبيليدين	$CH_3-CH_2-CH<$	ثلاثي - ميتيلين	$-CH_2CH_2CH_2-$
أهم الجذور الكيماوية الثنائية التكافؤ غير المشبعة			
ڤينيل	$CH_2=CH-$	بروباجيل	$CH\equiv C-CH_2-$
ايتينيل	$CH\equiv C-$	بيوتينيل	$CH_3-CH_2-CH=CH-$
بروبينيل	$CH_3-CH=CH-$	كروتيل	$CH_3-CH=CH-CH_2-$
ايزو - بروبينيل	$H_2C=C<^{CH_3}$	ايزو- كروتيل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}>C=CH-$
		ڤينيلين	$-CH=CH-$
ڤينيليدين	$H_2C=C<$	ألليل	$CH_2=CH-CH_2-$
أهم جذور البرافينات الحلقية			
حلقي البنتيل	$\begin{matrix}CH_2-CH_2 \\ \vert \quad >CH- \\ CH_2-CH_2\end{matrix}$	حلقي الهكسيل	$\begin{matrix}CH_2-CH_2 \\ H_2C< \quad >CH- \\ CH_2-CH_2\end{matrix}$
أهم جذور الأغوال			
ميتوكسي	CH_3O-	ايتوكسي	CH_3-CH_2O-
بروبوكسي	$CH_3-CH_2-CH_2O-$	بيوتوكسي	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2O-$
أهم جذور الحموض الأمينية			
جليسيل	$NH_2-CH_2-C\ll^{O}$	ڤاليل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{H_3C}{H_3C}>CH-\underset{NH_2}{CH}-C\ll^{O}$
الأنيل	$H_3C-\underset{NH_2}{CH}-C\ll^{O}$	ليوسيل	$\genfrac{}{}{0pt}{}{H_3C}{H_3C}>CH-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-C\ll^{O}$
سيريل	$\underset{OH}{CH_2}-\underset{NH_2}{CH}-C\ll^{O}$	ايزو - ليوسيل	$CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{CH}-\underset{NH_2}{CH}-C\ll^{O}$

أهم جذور الحموض العضوية			
فورميل	$H-C\langle^{O}$	اكساليل	$^{O}\rangle C-C\langle^{O}$
استيل	$H_3C-C\langle^{O}$	مالونيل	$^{O}\rangle C-CH_2-C\langle^{O}$
بروبيونيل	$CH_3-CH_2-C\langle^{O}$	سكسينيل	$^{O}\rangle C-CH_2-CH_2-C\langle^{O}$
بيوتيريل	$CH_3-(CH_2)_2-C\langle^{O}$	بنزويل	$C_6H_5-C\langle^{O}$
ايزو – بيوتيريل	$\begin{matrix}H_3C\\H_3C\end{matrix}\rangle CH-C\langle^{O}$	تولويل أورتو ، ميتا ، بارا	$CH_3-C_6H_4-C\langle^{O}$
ڤاليريل	$CH_3-(CH_2)_3-C\langle^{O}$	فتاليل	$C_6H_4\langle\begin{matrix}C\langle^{O}\\C\langle_{O}\end{matrix}$
ايزو - ڤاليريل	$\begin{matrix}H_3C\\H_3C\end{matrix}\rangle CH-CH_2-C\langle^{O}$		

أهم الحلقات العطرية المتكاثفة			
نفتالين		فنانترين	
بنتالين		كريزين	
آندين	CH_2	بيرين	
آزولين		فلورين	
انتراسين		نفتاسين	
اسنفثيلين			

أهم جذور الفحوم الهيدروجينية العطرية					
تولیل أورتو – ميتا - بارا	CH_3	فينيل		ستيريل	CH=CH-
تولولين	CH_3	فينيلين أورتو – ميتا - بارا		بنزيليدين " بنزال "	CH<
نفتيل : ألفا - بيتا		بنزيل	CH_2-	البنزو كينون	O ⇌ $O^{\ominus}$ ⊕ O O



بعض الأشكال الهندسية		
مساحة المثلث	(القاعدة × الارتفاع) ÷ ٢ أو : جداء ضلعين × جب الزاوية المحصورة بينهما ÷ ٢	
مساحة متوازي الأضلاع	القاعدة × الارتفاع أو جداء ضلعين × جب الزاوية المحصورة بينهما	
مساحة شبه المنحرف	(مجموع القاعدتين × الارتفاع) ÷ ٢	
مساحة الدائرة	π × مربع نصف القطر : π = ٣.١٤	
مساحة القطع الناقص	(جداء القطرين × π÷ ٤) : π = ٣.١٤	
حجم متوازي المستطيلات	الطول × العرض × الارتفاع	
حجم الاسطوانة	مربع نصف القطر × الارتفاع × π : π = ٣.١٤	
حجم جذع المخروط	[π × الارتفاع × (مربع القطر الكبير + جداء القطرين + مربع القطر الصغير)] ÷ ٣	
حجم البرميل	[π × الارتفاع (ضعفا مربع القطر الكبير + مربع القطر الصغير)] ÷ ١٢	
حجم الونش	(العرض الأدنى × العرض عند مستوى الماء × الطول × ارتفاع الماء) ÷ ٢	
حجم الجيكر	(عرض القاعدة × طول القاعدة × ارتفاع القاعدة) + [(عرض القاعدة + العرض عند مستوى الماء) × طول القاعدة × (ارتفاع مستوى الماء – ارتفاع القاعدة)] ÷ ٢	

المراجع

كيمياء الألياف النسيجية والصباغة : د. علي المنجد - د. شهير هاشم ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
تقانة الصباغة : د. سلمان محسن نصر ، جامعة البعث
الصناعات العضوية : د. احمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية الثقيلة : د. أحمد الحاج سعيد – د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الصناعات اللاعضوية : د. أحمد الحاج سعيد – د. أحمد الشلاح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الكيمياء العضوية الحلقية : د. صلاح يحياوي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
التلوث البيئي والأمن الصناعي : د. أحمد الشلاح – د. فؤاد الصالح ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الكيمياء التحليلية : د. انصلاح الخيمي ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
المشروع ١ : د. أحمد الشلاح – د. شهير هاشم – م. سلوى بيضون ، جامعة دمشق – كلية العلوم.
الاختبارات النسيجية : د. كميليو مقدسي – م. محمود جعمور
مشكلة التلوث في البحر الأبيض المتوسط: إعداد جيلدا زخيا وفريقه، معهد الإنماء العربي.
المدخل إلى الكيمياء العضوية الصناعية: بيتر وايزمان، ترجمة : د. يحياوي – د. قادري – د. قنديل ، وزارة التعليم العالي.
مولدات البخار : د. جلال الملقي ، جامعة دمشق – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.
صناعة الغزل " دراسة وتكنولوجيا " : م. رمضان العلي ، دار دمشق.
فحوص ومعالجة المياه المخصصة للصناعة : ا. أحمد عيران.
طرق معالجة مياه الصرف : د. نصر الحايك ، دار الاهالي بدمشق.
تكنولوجيا صباغة طباعة وتجهيز الأقمشة القطنية : د. أحمد النجعاوي ، منشأة المعارف بالاسكندرية.
ندوة التطورات الحديثة في صباغة القطن ومزائجه مع البولي استر : حلب ١٩٩٢ ، ICI.
ندوة الصباغة والطباعة : دمشق ١٩٩٧ ، BASF.
المدخل لصناعة النفط : شركة شل الهولندية، ترجمة دار الترجمة والنشر لشؤون البترول ، بيروت ١٩٦٧
تقنيات العمليات الصباغية : بلال الرفاعي ، مراجعة : د. مأمون البحرة ، دار البشائر

Teinture et finissage des fibers de polyester : BASF. B 363 f/4.76
Color chemistry : Prof. Dr. Drs. H. c. Heinrich Zollinger, Germany
Colorants and auxiliaries, Organic chemistry and application properties, Vol: John Shore
Degrement water treatment, Handbook
A Bleachers handbook, interrox
Achieving new heights, Pub. No. 1X8003e-May 05, HUNTSMAN
NOVACRON FN reactive dyes. 121056e - March 08, HUNTSMAN
PRECISE COLOR COMMUNICATION, MINOLTA, 9242.4830.92 IFBAJ 7
Astrazon Dyestuffs for Polyacrylonitrile Fibers, Bayer, Le 1220 (N)e
Wet prcessing of fabrics containing LYCRA elastane, BULLETIN L-517, DU PONT
Sandocryl B, SANDOZ
Foron : dyes for dyeing poleester & their component in fiber blends,1543.00.92, SANDOZ
Drimarene K dyes for dyeing cellulosic fibres by exhaust method,00033.0093, SANDOZ
Lanasyn S Dyeing, 1534/68, SANDOZ
Seide silk seta soie, 05543.00.94, SANDOZ
Nylcontrast Dyestuffs, 0178/71, SANDOZ
Solar Colours, 1300/68, SANDOZ
Palanil dyes. MK/T 265 e, BASF
Colorants Procion, 20137F, ICI
SOLANTHRENE Vat Dyes for Dyeing, 28894/6/95, ZENECA
SETAPERS: Disperse dyestuffs, KAR-D 01 Rev. No.:2,03,05, Setaş Kimya A.Ş
SERISOL & SERILEN DYES, Fourth Edition 1984, Yorkshire Chemicals plc
Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles: S.R. KARMAKAR - College of Textile Technology, India

الفهرس

الأسس الحديثة
للعمليات الصباغية

الكيميائي
بلال عبد الوهاب الرفاعي

- مجاز في الكيمياء التطبيقية من جامعة دمشق عام 1982.
- عمل كمدير فني لعدد من المصابغ وشركات التسويق .
- مستشار و مدرب التقنيات الصباغية في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية ومركز تنمية الموارد البشرية بغرفة صناعة دمشق و ريفها و مركز التدريب الإداري MTC التابع لمركز الأعمال والمؤسسات السوري SEBC وغرفتي صناعة وتجارة حلب .





